

Ergebnisse des alloarthroplastischen Gelenkersatzes mit einer bonitbeschichteten
bikondylären Knie-Endoprothese

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Mylek, Madlen
aus Lutherstadt Wittenberg

Gießen 2016

Aus dem Waldkrankenhaus Bad Dübén (MediClin GmbH & Co. KG)
Fachkrankenhaus für Orthopädie

Ärztlicher Direktor: Chefarzt Prof. Dr. med. habil. C. Melzer

Betreuer: Prof. Dr. Melzer

Gutachter: Prof. Dr. Dr. Dr. Schnettler

Tag der Disputation: 17.02.2016

	Inhaltsverzeichnis	Seite
1.	Einleitung	1
1. 1	Problemstellung	1
1. 2	Bau und Funktion des Kniegelenkes	2
1. 3	Biomechanik des Kniegelenkes	4
1. 4	Das Kniegelenk beim physiologischen Gang	6
1. 5	Gonarthrose	10
1. 5. 1	Definition	10
1. 5. 2	Ätiologie und Pathogenese	11
1. 5. 3	Veränderung des Gangbildes bei Gonarthrose	14
1. 6	Die Knietotalendoprothese in der historischen Entwicklung	15
1. 7	Veränderung der Gangbildes nach Implantation einer Kniegelenksendoprothese	23
2.	Patienten und Methodik	25
2. 1	Die CPR-Kniegelenkstotalendoprothese	25
2. 1. 1	Philosophie und Funktionsprinzipien	25
2. 1. 2	Operationstechnik	29
2. 2	Patientengut	32
2. 3	Datenerhebung	32
2. 3. 1	Patientencompliance	33
2. 3. 2	Die klinische Nachuntersuchung	33
2. 3. 2. 1	Knee Society Score nach Insall	33
2. 3. 2. 2	Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index	35
2. 3. 2. 3	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score	37
2. 3. 2. 4	Short Form-36 Health Survey Scoring Demonstration	39
2. 3. 2. 5	Röntgenanalyse	43
2. 4	Statistische Datenerhebung	45
3.	Ergebnisse	48
3. 1	Auswertung der Allgemeinanamnese	48
3. 2	Klinische Nachuntersuchung	51
3. 2. 1	Knee Society Score nach Insall	51
3. 2. 2	Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index	59
3. 2. 3	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score	63
3. 2. 4	Short Form-36 Health Survey Scoring Demonstration	67
3. 2. 5	Allgemeine Röntgenanalyse	69
3. 2. 5. 1	Stellung von Femur und Tibia	69
3. 2. 5. 2	Aufhellungssäume	71
3. 2. 5. 3	Korrelation	73
3. 3	Korrelationen	74
3. 3. 1	Zufriedenheit	74

3. 3. 2	Body-Mass-Index	77
3. 3. 3	Posterior stabilisierte CPR- Endoprothese	83
3. 3. 4	Gonarthrosetyp	88
3. 3. 5	Tibiakopfkorrekturosteotomie	90
4.	Diskussion	94
4. 1	Patientenkollektiv	94
4. 2	Alter	95
4. 3	Geschlecht	95
4. 4	Follow up	96
4. 5	Scores	96
4. 6	Radiologische Diagnostik	100
4. 7	Zufriedenheit	102
4. 8	Body-Mass-Index	103
4. 9	CPR posterior stabilisierte Version	106
4. 10	Gonarthrosetyp	107
5.	Ausblick	110
6.	Zusammenfassung	115
7.	Summary	118
8.	Abkürzungsverzeichnis	121
9.	Literaturverzeichnis	122
10.	Anhang	141
	Erklärung über eigenständige Abfassung der Arbeit	
	Danksagung	

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Eine der in Deutschland am häufigsten durchgeführten Operationen ist die Implantation einer Kniegelenksendoprothese. 2012 veröffentlichte das Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen Göttingen (AQUA), dass 2011 in Deutschland 145.105 Erstimplantationen durchgeführt wurden. Allein ca. 2/3 davon machen Patientinnen aus.[6]

Verschleißerkrankungen des Bewegungsapparates sind grundsätzlich beeinflusst durch berufliche Belastung, sportliche Betätigung und Essgewohnheiten.[128] Es ist erwiesen, dass eine Adipositas eine Arthrose begünstigt.[6]

Indikationen für einen Kniegelenkersatz sind eine Osteoarthrose, rheumatische oder entzündliche Erkrankungen, Osteonekrosen bzw. hämophile Arthropathien, Morbus Paget, neurogene Arthropathien und eine pigmentierte villonoduläre Synovialitis.

Voraussetzung ist, dass sowohl konservative/ medikamentöse sowie operative/ gelenkerhaltende Maßnahmen ausgeschöpft sind.[128]

Ziel der gelenkersetzenden Operation ist die Schmerzverbesserung, das

Wiederherstellen der Gelenkfunktion und die Steigerung der Lebensqualität.[128]

Die Intention der vorliegenden Arbeit ist die Darstellung mittelfristiger Ergebnisse des alloarthroplastischen Gelenkersatzes mit einer bonitbeschichteten bicondylären CPR-Knieendoprothese (Fa. Chiropro) im MediClin Waldkrankenhaus Bad Dübén.

2009-2010 wurden die Nachuntersuchungen von zwei Probandengruppen durchgeführt.

44 Patienten, entsprechend 56 Kniegelenke, wurden sowohl subjektiv befragt als auch klinisch und teilweise röntgenologisch untersucht. 40 Patienten, also 50 Kniegelenke, füllten ausschließlich die subjektiven Fragebögen aus. Schließlich wurden 84

Probanden und 106 Kniegelenke für die statistische Auswertung erfasst. Die Mehrzahl dieser Patienten wurden 2000-2003 mit einer bikondylären, nicht gekoppelten CPR-Kniegelenksendoprothese versorgt.

Die erhobenen Daten sind in eine subjektive und objektive Kategorie einzuteilen. Die Auswertung der Röntgenbilder und die Erfassung der Kniemobilität

(Bewegungsumfang, mediolaterale/anteroposteriore Stabilität, Streckdefizit,

Flexionskontraktur, Tibiofemoralwinkel) steht unter rein objektiven Kriterien. In

Abhängigkeit vom Körpergewicht (BMI=Body Mass Index), einer vorangegangenen

Tibiakopfkorrekturosteotomie oder der Versorgung mit einer posterior stabilisierenden CPR- Knieendoprothese basiert die Erfassung der allgemeinen Zufriedenheit und die Beurteilung alltäglicher Aktivitäten auf subjektiven Einschätzungen.

Prognostisch ist zu erwarten, dass die Zahl der Implantationen von Knieendoprothesen zunehmen wird, denn in Industriegesellschaften spricht man von einer „doppelten Altersdynamisierung“. Die Lebensbedingungen und die medizinische Versorgung verbessern sich stetig und somit steigt die Lebenserwartung der Menschen. Demzufolge nimmt auch die Anzahl an Senioren in der Gesamtbevölkerung zu.[46]

1.2 Bau und Funktion des Kniegelenkes

Das Kniegelenk bildet die vermittelnde Einheit zwischen rumpffernem Funktionskompartiment, dem Unterschenkel und Fuß, und dem rumpfnahen Funktionskompartiment, dem Becken sowie Oberschenkel. Es gilt als das komplizierteste und größte Gelenk im Organismus, da es Bewegungsfähigkeit und Labilität mit Starre und Festigkeit vereint.[129]

Das Articulatio (Art.) genus ist ein zusammengesetztes Gelenk: bestehend aus Art. femorotibialis und Art. femoropatellaris, dementsprechend ist die Fibula in der Regel kein Bestandteil des Kniegelenkes. Andere Autoren unterteilen das Kniegelenk auch in 5 Gelenke: lateral (lat.)/ medial (med.) Femorotibialgelenk, Art. femoropatellaris, Meniskofemoral- und Meniskotibialgelenk.[129,136]

Der Gelenkkopf und die Gelenkpfanne des Femorotibialgelenkes berühren sich nur punktförmig, dies resultiert aus einer Inkongruenz zwischen diesen beiden Gelenkteilen. Der c- förmige Meniscus med. und der fast kreisförmige, besser verschiebbliche Meniscus lat. sollen diese ausgleichen, sowie funktionell eine Gelenkführung und die Druckverteilung zwischen Femur und Tibia übernehmen. Condylus med. und lat., zwischen denen die knorpelfreie Eminentia intercondylaris liegt, des Femurs bilden den Gelenkkopf und die Facies art. superior (sup.) der Tibia die Gelenkpfanne. Letztlich findet zwischen den Flächen eine Rollgleitbewegung statt. Die Art. femoropatellaris setzt sich aus der Facies articularis der Patella und der Facies patellaris des Femur zusammen. Das Kniegelenk als Ganzes ist ein Drehscharniergelenk (Trochoginglymus) unter Führung des Bandapparates und wird von einer Gelenkkapsel umgeben. Diese hat ihren Ursprung am Femur und den Ansatz am Knorpelrand der Tibia, dabei ist die Kniescheibe in der Vorderwand eingelassen.[129,136]

Wie bereits erwähnt, wird das Kniegelenk durch Bänder geführt, die man in einen inneren, als auch äußeren Bandapparat unterscheiden kann. Das vordere [(Ligamentum (Lig.) cruciatum anterius (ant.)) und hintere [(Lig. cruciatum posterior (post.)) Kreuzband zählen zu den inneren Bändern und werden zusammenfassend als Ligamenta (Ligg.) cruciata bezeichnet. Sie liegen im Zentrum des Kniegelenkes und ziehen von der Innenseite des entsprechenden Femurkondylus zur Area intercondylaris des Tibiaplateaus. Sie stabilisieren das gebeugte Knie und verhindern eine Überstreckung oder Überdehnung und ermöglichen eine Innenrotation von 10° sowie eine Außenrotation von 30°. Die im Querschnitt keilförmig aussehenden Menisci sind ebenfalls Bestandteil des inneren Bandapparates.[84,136]

Lig. patellae, Ligg. collateralia, Lig. popliteum obliquum, Lig. popliteum arcuatum und Retinaculum patellae mediale/ laterale bilden den äußeren Bandapparat des Kniegelenkes. Lig. collaterale fibulare und Lig. collaterale tibiale sichern bei aufrechtem Stand, also in der Streckstellung des Knies, die Stabilität des Kniegelenkes. Lig. popliteum obliquum, Lig. popliteum arcuatum und Retinaculum patellae mediale/ laterale verstärken die Gelenkkapsel, zusätzlich wird durch das Retinaculum patellae mediale/ laterale die Kniescheibe in ihrer Gleitbahn gehalten.[136]

Um die Reibung im Kniegelenk herabzusetzen, sind zahlreiche Bursae synoviales vorhanden.[129]

Über die Art. tibiofibularis proximalis, Membrana interossea cruris und Art. tibiofibularis distalis sind Tibia und Fibula miteinander verbunden.[136]

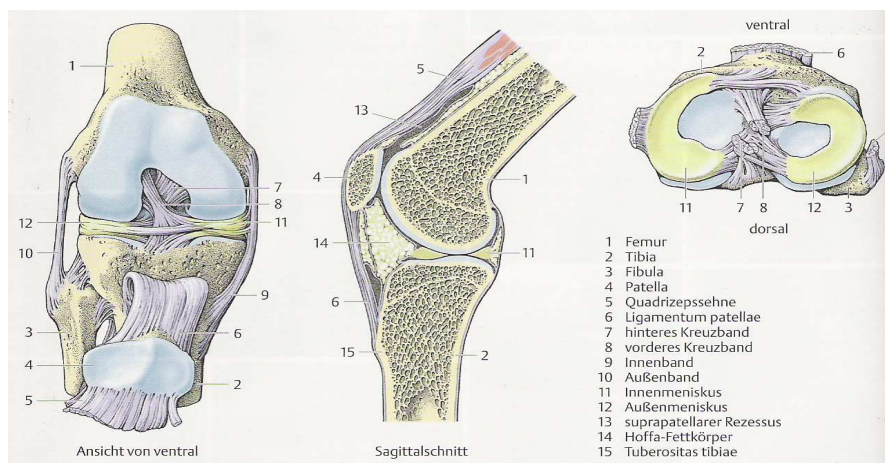


Abb.1 Anatomische Übersicht des rechten Kniegelenkes im ventralen-, sagittalen und Querschnitt [Niethard, F. U., Pfeil, J., Biberthaler, P.(2009): Orthopädie und Unfallchirurgie, 6. Auflage, Thieme-Verlag (MLP- Duale Reihe), Stuttgart, S.550]

1.3 Biomechanik des Kniegelenkes

Das Wort „Biomechanik“ ist griechisch und setzt sich zusammen aus βίος „Leben“ sowie μηχανική „Mechanik“.[52] Dabei handelt es sich um eine Wissenschaft die interdisziplinär die Gesetzmäßigkeiten und Methoden der Mechanik, mit den biologischen Bewegungssystemen vereint.[11,118,156]

Schon Aristoteles und Leonardo da Vinci erkannten die Wichtigkeit der Biomechanik und die Erforschung dieser.[102,103]

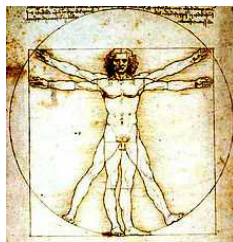


Abb. 2

Leonardo Da Vinci: der vitruvianische Mensch, eine anthropometrische Zeichnung

[Watrin, J.P.(2006):Wikipedia,[http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Homem_Vitruviano_-_Da_Vinci.jpg&filetimestamp=20060228182416\(16.01.2013\)](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Homem_Vitruviano_-_Da_Vinci.jpg&filetimestamp=20060228182416(16.01.2013))]

Rein physikalisch betrachtet kann man die Mechanik in Kinematik (Bewegungsgesetze ohne Krafteinwirkung) und Dynamik (Kraftwirkung) unterscheiden. Wiederum ist die Dynamik in Kinetik (Veränderung des Bewegungszustandes durch Krafteinfluss) und Statik (die Kraftwirkung im Gleichgewicht ruhender Körper) unterteilbar.[133]

Alfred Menschik hat den Begriff der „Biometrie“ geprägt, das bedeutet eine strukturell, kraftfreie Untersuchung von Bewegungen biologischer Systeme, weit über die Mechanik und Kinematik hinaus.[100]

Das Kniegelenk ist ein Drehscharniergelenk, also kein reines Scharniergelenk, mit sechs Freiheitsgraden (Extension, Flexion, Adduktion, Abduktion, Innen-, Außenrotation).

Der Beugevorgang ist charakterisiert durch eine Roll- Gleit- Bewegung von Femur und Tibia gegeneinander. Eine reine Rollbewegung des Kniegelenkes ist bis zu einem Winkel von 15° zu beobachten. Nimmt das Ausmaß der Flexion zu, gleiten die Femurkondylen auf dem Tibiaplateau weiter nach ventral. Würde der Gleitprozess nicht einsetzen, also allein eine Rollbewegung stattfinden, würden die Femurkondylen ab einer Beugung von 45°, nach dorsal über das Tibiaplateau wegrollen. Auch eine

alleinige Gleitbewegung ist nicht möglich, da die anatomischen Gegebenheiten des Tibiaplateaus dies nicht zulassen.[145]

Für eine gleichmäßige Kraftübertragung sorgen schließlich die Menisken, welche durch Veränderung ihrer Lage und Form der Roll- Gleit- Bewegung folgen.[145]

Das Bewegungsprinzip, in sagittaler Richtung, des Drehscharniergelenkes kann man als „überschlagenes Gelenkviereck“ beschreiben unter Vernachlässigung von Stärke, Länge und Orientierung der Einzelfasern der Kreuzbänder.[105,128]

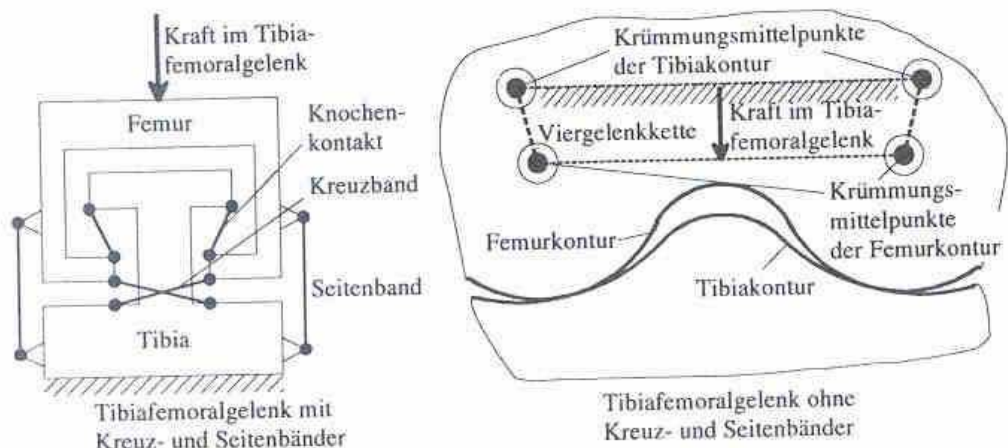


Abb.3

Das Femorotibialgelenk in Frontalebene als mechanisches Modell nach Kullmer

[Kullmer, G.(2000): Biomechanische Analyse des menschlichen Bewegungsapparates mit Hilfe der Finite Elemente-Methode, VDI Verlag, Düsseldorf]

Die Eckpunkte entsprechen Ursprung und Ansatz der Kreuzbänder an Femur und Tibia. Mit einer Flexionszunahme verschiebt sich die transversale Drehachse nach dorsal. Die sogenannte Rast- und Gangpolkurve, aus aneinander liegenden Achspunkten, ergibt sich aus der Drehachse mit fixiertem Ober- oder Unterschenkel. Jede Bewegungsphase besitzt ein Drehzentrum, das sich aus dem Schnittpunkt von vorderem und hinterem Kreuzband bildet.[105,145]

Der Begriff „Envelope of motion“ beschreibt die individuelle, mehrdimensionale Bewegung des Kniegelenkes, bedingt durch eine funktionelle Einheit, bestehend aus Geometrie der Patellarrückfläche und deren Lager, 3- dimensional anatomisch aus Femurkondylen und Tibiaplateau, Länge und Insertionsstellen der Kreuz- , Seitenbänder sowie Lig. patellae und der Meniskusgeometrie, aber auch deren Verankerung.[63,79]

Die Stabilität des Kniegelenkes ist am geringsten, je mehr die Beugung zunimmt und am höchsten in maximaler Streckung. Morphologisch sieht diese stabilste

Gelenkstellung folgendermaßen aus: Kreuz- und Kollateralbänder sind voll gespannt (eine axiale Rotation der Gelenkpartner ist unmöglich) und der Unterschenkel steht in 5° Außenrotation bzw. Schlussrotation. Gekennzeichnet ist die Schlussrotation durch den Schrägverlauf des vorderen Kreuzbandes und die Gelenkgeometrie. Durch eine vom Musculus (M.) popliteus ausgeführte Femuraußenrotation wird diese dann, am Anfang der Flexion, entriegelt. Eine Flexionszunahme führt erst einmal zur Entspannung der Seitenbänder, dabei werden die Kontaktflächen der Gelenkpartner kleiner und eine 30° Außen- und Innenrotation wird bei 90° Flexion möglich.[105]

Der Beugevorgang am Patellofemoralgelenk zeigt eine Druckbelastung auf dem dort befindlichen hyalinen Knorpel, der ab ca. 80° Beugung konstant zunimmt. Denn M. quadriceps femoris und Lig. patellae entwickeln entsprechenden Zug. Eine Belastungszunahme wird durch eine proximal aufliegende Quadricepssehne und das Patellagleiten in die Fossa intercondylaris verhindert. In Extensionsstellung ist das Patellofemoralgelenk nahezu unbelastet.[105,128]

Eine Luxation in Streckstellung wird mit Hilfe des horizontalen Bandapparates der Patella verhindert.[83]

1.4 Das Kniegelenk beim physiologischen Gang

Eine der international am häufigsten Anwendung findenden Gliederung des Gangzykluses erfolgt nach den Empfehlungen von Jacqueline Perry.[113] Die allgemeine Schrittfrequenz beträgt 100-120 Schritte/ Minute oder eine gewöhnliche Ganggeschwindigkeit von 80m/min.[46,114] Beweglichkeit, Konstitution, Kondition oder die Lebensumstände sind Faktoren, die diese Werte beeinflussen und demzufolge das menschliche Gangbild individualisieren.[41,46] Voraussetzungen für ein fließendes Gangbild sind intakte Energieversorgung; ein funktionelles, neuromuskuläres System; gesunde Gelenke und eine harmonische Koordination zwischen dem optischen System und dem zentralmotorischen Gangprogramm.[46]

Ein Gangzyklus ist der Zeitraum zwischen dem Fersenauftritt des einen Beins und dem anschließenden Aufsetzen derselben Ferse.[46]

Die Einteilung erfolgt in die Standphase (Stance), die 62%, und die Schwungphase (Swing), die 38% des Gangzykluses ausmachen, deren Hauptaufgaben: Einbeinstand, Extremitätenweiterführung und Gewichtsübernahme sind.[46,114]

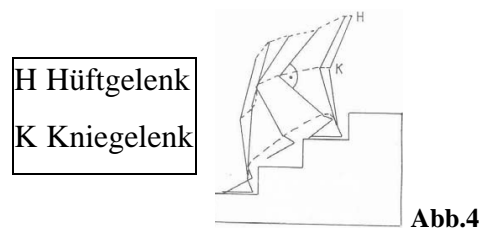
Die Standphase gliedert sich in bipedale, initiale Standphase (beide Füße befinden sich zum Beginn der Standphase am Boden); monopedale Standphase (der kontralaterale Fuß ist abgehoben und die Körperlast liegt auf der betroffenen Extremität) und der terminalen, bipedalen Standphase (zuerst erfolgt der Bodenkontakt des kontralateralen Fußes, bis dann das ursprüngliche Bein zum Schwung abhebt).[114]

Bei der Tempozunahme werden die bipedalen Standintervalle immer kürzer und fehlen dann letztendlich im Laufmodus. Vergleichend nimmt dann die monopedale Standphase proportional zur Geschwindigkeit zu.[114]

Männer verlängern die Schrittlänge bei höheren Geschwindigkeiten, Frauen dagegen ihre Schrittfrequenz.[74]

Auch die Beugewinkel verändern sich mit Zunahme des Geh tempos. Je höher die Geschwindigkeit, desto ausgeprägter der Beugewinkel. Beim strammen Marschieren (8,3 km/h) werden meist ein Winkel von 90° und eine vollständige Streckung erreicht.[128]

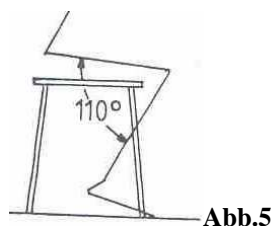
Um Treppen zu steigen werden hingegen Winkel über 90° benötigt.[33]



Bewegungsablauf beim Treppensteigen

[Contini, R.(1970): Prosthetic devices study final report, Bull Prosthet Res Fall 1970 10(14), S. 154-176.]

Das Aufstehen bedarf einer Körperschwerpunktverlagerung unter dem Fuß, dies geschieht bei ca. 110° Flexion. Patienten, die diesen Flexionswinkel nicht erreichen, müssen zum Beispiel mit den Armen den Körperschwerpunkt verändern und benötigen mehr Abstoßkraft.[128,139]



Beugewinkel beim Aufstehen vom Stuhl

[Sheehan, J.M.(1978): Arthroplasty of the knee, J Bone Joint Surg 60B 1978, S. 333-338.]

Viele Aktivitäten des Alltags erfordern eine Beugung von über 90°: u.a. Strümpfe und Schuhe anziehen oder das Baden in der Badewanne.[128]

Der Begriff des „sympathischen Streckdefizits“ bedeutet das zwangsweise Beugen des meist gesunden Beines, um ein Streckdefizit des kontralateralen Beines auszugleichen.[128]

Im Allgemeinen beträgt die Belastung eines Kniegelenkes die Hälfte des Körpergewichtes abzüglich des Beingewichtes. Das 3-fache Körpergewicht lastet auf dem Gelenk beim Laufvorgang, wenn sich die Ferse abstößt.[128]

Neben der groben Einteilung in Schwung- und Standphase nimmt Perry eine weitere Unterteilung in 3 Aufgabenbereiche und 8 Subphasen vor.[114]

In der ersten Phase, dem „Initial Contact“ (0-2% des Gangzyklus), setzt der Fuß auf den Boden auf. Das obere Sprunggelenk ist dorsalextendiert bis neutral positioniert, die Hüfte flektiert und das Kniegelenk extendiert. Das kontralaterale Bein befindet sich in der terminalen Standphase. Der anteriore Bodenreaktionsvektor der Kniegelenkachse und die Aktivität der Mm. vasti sind ausschlaggebend für die Extensionsstellung des Kniegelenks. Die ischiocrurale Muskulatur verleiht dem Knie unter Gewichtsbelastung Stabilität.[114]

Nun wird die gesamte Körperlast, in der zweiten Phase „Loading Response“ (0-10% des Gangzyklus), auf das belastete Bein übertragen, dabei befindet sich das kontralaterale Bein in der Vorschwungphase. Nach dem Abrollen der Ferse, findet eine Plantarflexion im oberen Sprunggelenk statt. Dabei hat das Kniegelenk in Flexionsstellung eine stoßdämpfende Funktion. Ein Flexions- Drehmoment entsteht durch die Anteriorbewegung der Tibia und das Wandern des Körperschwerpunktes hinter das Kniegelenk. Das Widerlager bildet eine Musculi (Mm.) vasti- Aktivität, zu dem der Bewegungsaus Schlag in Flexion limitiert wird. Des weiteren wirken Mm. biceps femoris und tensor fasciae latae dem Innenrotations- Drehmoment der Tibia entgegen und der Tractus iliotibialis sowie der starke mediale Bandapparat dämpfen das varisierende Drehmoment.[114]

Phase drei oder „Mid Stance“ (0-20% des Gangzykluses) wird durch das Abheben des kontralateralen Fußes eingeleitet und macht die erste Hälfte des monopeden Stehens aus. Es erfolgt eine Streckung im Hüft- und Kniegelenk. Bei Dorsalbewegung im oberen Sprunggelenk und plantigradem Auftreten resultiert eine Vorwärtsbewegung über den lasttragenden Fuß. Die Führungsfunktion des M. quadriceps femoris wird vom M. soleus abgelöst, der die Tibia stabilisiert. Der Kraftvektor verläuft anfänglich (20%

des Gangzykluses) durch die Mitte der Tibia, dann durch das Kniegelenkszentrum und führt abschließend zu einem minimalen Extensionsmoment.[114]

Die zweite Phase des monopodalen Stehens ist der „Terminal Stance“, die vierte Phase (0-20% des Gangzykluses). Hier liegt der Körperschwerpunkt vor dem Vorfuß. Beginn der Phase ist das Ablösen der Ferse bis hin zum Bodenkontakt des kontralateralen Fußes. Eine anfängliche Knieextension bis zur leichten Flexion ist das Ergebnis einer im oberen Sprunggelenk stattfindenden Dorsalextension mit gleichzeitiger Tibiastabilisierung, passiver Vorwärtsbewegung des Femurs und einer anterioren Ausrichtung der Kniegelenkachse. M. popliteus und M. gastrocnemius erfüllen in der „Terminal Stance“ die Aufgabe eine Hyperextension zu verhindern. Da der Körperschwerpunkt vor die Metatarsophalangealgelenke rückt und die Tibiastabilität verloren geht, kann das Knie flektieren.[114]

Die Schwungphase wird in der fünften Phase/ „Pre- Swing“ (0-10% des Gangzykluses) durch Gewichtsverlagerung auf den kontralateralen Fuß eingeleitet. Hierbei können sich die Zehen nur vom Boden abheben, wenn das Kniegelenk ca. 40° gebeugt ist. Möglich wird dies durch die Aktivität von M. gastrocnemius und M. soleus. Dabei verläuft der Körperschwerpunkt vor den Metatarsophalangealgelenken und die Ferse kann abheben. Durch den nicht mehr stabilisierten Fuß rotiert die Tibia nach vorn. Zusätzlich kommt es zu einem Flexionsmoment im Kniegelenk. Da in der fünften Phase, wie schon erwähnt, das Körpergewicht auf den kontralateralen Fuß verlagert wird, kann das entlastete Bein auf destabilisierende Kräfte reagieren.[114]

„Initial Swing“ (0-10% des Gangzykluses) oder sechste Phase macht ein Drittel der Schwungphase aus. Das Intervall vom Abheben des Fußes vom Boden bis dieser vorschwingend die Höhe des kontralateralen Standbeines erreicht, ist charakteristisch für den „Initial Swing“. Das Flektieren von Hüft- und Kniegelenk führt das Bein nach vorn. Eine geringe Dorsalextension findet im oberen Sprunggelenk statt. Die 60°-Beugung im Kniegelenk ist möglich wegen einer ca. 40° großen Flexion in Phase fünf, aber auch durch Kontraktion der ischiocruralen Muskulatur, insbesondere Caput breve des M. biceps femoris. Das Drehmoment, erzeugt durch das Hüftgelenk, beeinflusst die Kniegelenkflexion zusätzlich. Das Femur wird zügig vorwärtsbewegt und das Trägheitsmoment der Tibia beugt das Kniegelenk.[114]

Phase sieben/ „Mid Swing“ (3-14% des Gangzykluses) ist der zweite Teil der Schwungphase. Demzufolge schwingt das Schwungbein nach vorn beginnend in Opposition zum Standbein. Charakteristisch ist eine Entspannung der Beugemuskulatur

im Kniegelenk und eine anschließende passive Streckung. Das Schwungbein wird vorwärts bewegt, die Tibia ist vertikal ausgerichtet.[114]

Die letzte und achte Phase, der sogenannte „Terminal Swing“ (0-13% des Gangzykluses) leitet darauffolgend den neuen Gangzyklus ein. Der vollständige Vorschwung wird erreicht, wenn der Unterschenkel sich vor dem Oberschenkel befindet. Als Vorbereitung für die anschließende Standphase nimmt die Mm. vasti-Aktivität zu.[114]



Abb.6

[Nacke, A.(2012): Sensomotorische Leistungen von Kindern.Ergopraxis,Thieme Verlag KG Stuttgart,New York,<https://www.thieme-connect.de/media/ergopraxis/2012S01/an10-1055-s-0032-1320069-3.jpg>(13.01.2013).]

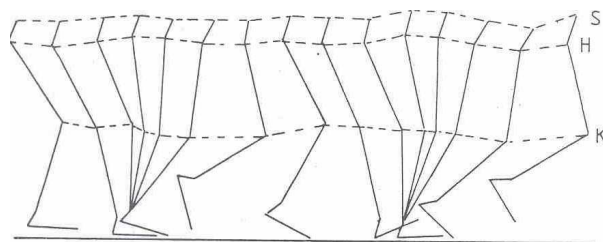


Abb.7

Bewegungsablauf des Gangzykluses

[Sheehan, J.M.(1978): Arthroplasty of the knee, J Bone Joint Surg 60B 1978, S. 333-338.]

1.5 Gonarthrose

1.5.1 Definition

Die Gonarthrose ist die Endstrecke unterschiedlichster Kniegelenkserkrankungen. Dabei degeneriert das Knorpelgewebe und kann mit einer sekundären Knochenläsion und Gelenkkapselschrumpfung einhergehen.[107,119,127]

Das Kniegelenk setzt sich aus dem lat.-, med. femorotibialen- und femoropatellarem Kompartiment zusammen, diesbezüglich kann man ihnen unterschiedliche Ausprägungen der Gonarthrose zusprechen.[78]

Speziell ist die Retropatellararthrose zu erwähnen , die den Patienten in besonderem Maße beeinträchtigt.

Ist das med. Kompartiment betroffen spricht man von einer Varusgonarthrose, analog dazu weist bei einer Valgusgonarthrose das lat. Kompartiment Veränderungen auf.[2]

Die Gonarthrose zählt neben der Coxarthrose zu den häufigsten degenerativen, orthopädischen Erkrankungen. Betroffen sind 5% der Bevölkerung im Rentenalter.

Jedoch zeigen sich nicht immer klinische Symptome bei entsprechenden morphologischen Veränderungen.[107,127]

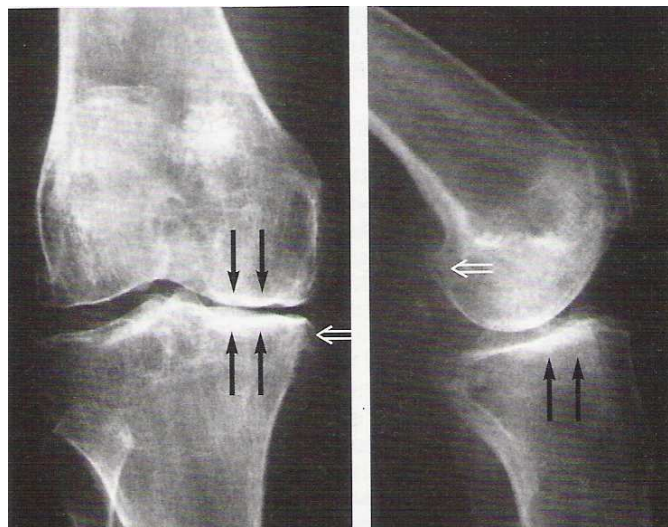


Abb.8

linke Abbildung: medial am rechtsseitigen Kniegelenk stellt sich eine ausgeprägtere Arthrose dar, als inhomogen begrenzter und erniedrigter Gelenkspalt; die subchondralen Anteile sind sklerosiert (↓↓); am medialen Tibiaplateau ist ein Osteophyt erkennbar (←)

rechte Abbildung: auch im lateralen Strahlengang ist der verschmälerte Gelenkspalt erneut sichtbar mit einer subchondralen Sklerose (↑↑); das Femoropatellargelenk ist arthrotisch; außerdem stellt sich ein Osteophyt am dorsalen Knochen-Knorpel-Übergang dar (←)

[Rössler, H., Rüter, W., Steinhagen, J.(2005): Orthopädie und Unfallchirurgie, 19.Auflage, Urban und Fischer (Elsevier GmbH), München, S. 310.]

1.5.2 Ätiologie und Pathogenese

Ätiologisch unterscheidet man eine primäre von einer sekundären Arthrose. Eine Minderwertigkeit des Knorpelgewebes liegt einer primären Arthrose zugrunde, deren Ursache unbekannt ist. Bei einer sekundären Arthrose sind Überbelastung (Gelenkdysplasien, Instabilitäten, Achsenfehler, erworbene Formstörungen); Traumen (Gelenkflächenfrakturen, Luxationen), entzündliche Gelenkprozesse (bakterielle,

rheumatoide Arthritiden), metabolische (Gicht, Chondrokalzinosen, Ochronosen) und endokrine (Hyperparathyreoidismus, Hypothyreose) Erkrankungen als Ursache bekannt.[107]

Die Arthrosis deformans kann man klinisch in drei und radiologisch in vier Stadien einteilen, welche verschiedene morphologische und klinische Charakteristika aufweisen (auf die einzelnen Stadien wird im weiteren noch eingegangen). Grundsätzlich ist die Arthrose ein langsam fortschreitender Prozess. Eine Besonderheit stellt dabei die aktivierte Arthrose dar: denn die Ansammlung der Knorpelabriebsprodukte kann den schleichend progredienten Prozess beschleunigen.[107]

Histologisch kann man anfänglich eine Demaskierung der kollagenen Fasern feststellen. Das bedeutet die Knorpelgrundsubstanz verändert sich und der Gelenkknorpel verliert an Elastizität.[107]

Im ersten Stadium sind Belastungsschmerz und Muskelverspannungen, da der Patient eine Schonhaltung einnimmt, charakteristisch. Die Schmerzhaftigkeit kann häufig diagnostisch nur palpiert werden. Pathomorphologisch kommt es zur Reduzierung der Knorpeldicke mit dementsprechender Gelenkspaltverschmälerung.[107]

Eine subchondrale Sklerose und eine weitergehende Abnutzung des Knorpels stehen im zweiten Stadium im Vordergrund. Ein arthrotischer Patient wird entweder über Schmerzen bei passiver Bewegung klagen, was darauf hindeutet, dass es sich um eine intraartikuläre Läsion handelt, das so genannte Kapselmuster, oder bei aktiver Bewegung. Infolge einer Periarthrose verspannt und verhärtet sich die Muskulatur und es kommt letztendlich zu einer Kontraktur, die die aktive Beweglichkeit einschränkt.[107]

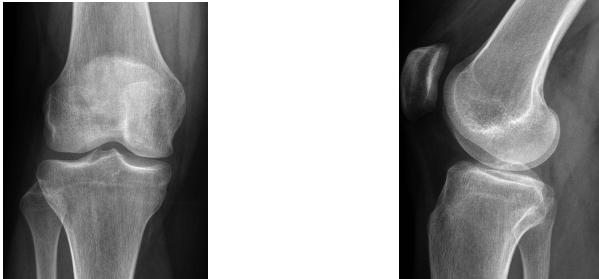
Die Spätfolgen einer Arthrose sind Bestandteil des letzten, also dritten Stadiums. Persistierende Schub- und Scherkräfte usurieren die Gelenkflächen: Exophyten oder Osteophyten entstehen. Andererseits können Knochenanschliffe, durch überbeanspruchte Areale, sowie viele kleine oder solitäre große Zysten dieses Bild prägen. Klinisch kommt es zum Ruheschmerz und zunehmender Gelenkeinstellung.[107]

Wird ein deformierter Gelenkkörper nicht therapiert, sind Achsfehlstellungen, Gelenkinstabilitäten, die Atrophie der umgebenden Muskeln und im Extremfall Ankylosen die Folge.[107]

Gonarthrose-Klassifikation nach Lawrence und Kellgren (**Abb 9**:archivierte Röntgenbilder von Patienten aus dem Waldkrankenhaus Bad Döben):

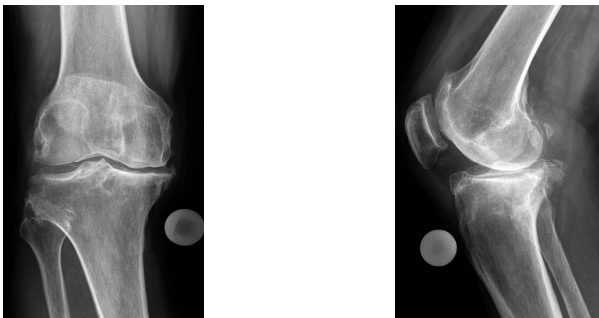
Stadium I

Subchondrale Sklerosierung.



Stadium II

Geringe Gelenkspaltverschmälerung, angedeutete Unregelmäßigkeiten der Gelenkflächen, beginnende Osteophytenbildung.



Stadium III

Ausgeprägte Osteophytenbildung, deutliche Unregelmäßigkeiten der Gelenkfläche, Gelenkspaltverschmälerung.



Stadium IV

Ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung bis vollständige Destruktion, Deformierung/
Nekrose der Gelenkpartner.



1.5.3 Veränderung des Gangbildes bei Gonarthrose

Das Bestreben eines gesunden Menschen ist die bipedale Fortbewegung mit einem geringen Energieaufwand.[114]

Diese Fähigkeit des energiearmen Gehens geht Patienten mit erkrankten Gelenken verloren.[143]

Um eine Schmerzreduktion, Gelenkstabilität und Muskelkontrolle zu erreichen wird zusätzliche Energie benötigt.[114]

Die Gonarthrose beeinflusst definitiv den Gangzyklus, denn schon in der Standphase wird deutlich, dass diese auf der Seite des erkrankten Kniegelenks kürzer ist. Sind jedoch beide Knie betroffen, ist die bipedale Standphase im Gangzyklus erhöht.[113,143]

Verschiedene Studien mit der Hilfe von Kraftmessplatten zur Ermittlung von Bodenreaktionskräften bei Gonarthrosepatienten ergaben unterschiedliche Ergebnisse.[4,101,143]

Normalerweise sieht man zuerst, bei Messung der vertikalen Kraft, einen schnell ansteigenden Vektor F1 beim Fersenkontakt, der sogenannte „Initial Contact“. In der „Mid Stance“, die Phase des Gangzykluses, flacht der Vektor F2 ab. Ein erneuter Ausschlag F3 ergibt sich aus der Schwungphase, wenn der Fuß vom Boden abgestoßen wird („Terminal Stance/ Pre- Swing- Phase“).[114]

Stauffer et al. [143] stellten fest, dass der F1- Gipfel bei Patienten mit Gonarthrose später erreicht wird, weil das Bein nach dem Aufsetzen der Ferse

langsamer belastet wird. Vergleichsweise zum Gesunden war der „Mid Stance“ (F2) erhöht, aber der F3- Gipfel geringer.[114]

Insgesamt wird die Standphase mehr beeinflusst als die Schwungphase.[35]

Erklärt wird dies mit dem Vermeiden komprimierender Kräfte, um das erkrankte Kniegelenk zu schonen. Die Erkrankten versuchen vertikale Beschleunigungen während der Standphase auszugleichen.[143]

Auch Messier et al. [101] kamen gleichermaßen zu der Erkenntnis, dass das gesunde Bein somit stärker belastet wird. Der Beweis ist ein erhöhter F3- Peak bei der Erfassung vertikaler Bodenreaktionskräfte auf der gesunden Seite.[114]

Andriacchi et al. [4] dokumentierten bei Gonarthrosepatienten medial höhere Kräfte beim Fersenauftritt. Signifikante Unterschiede erkannten Messier et al. [101] diesbezüglich nicht.

Die Hauptbelastung (statisch, dynamisch) des med. Gelenkanteils ist bei einer Varusdeformität zu erkennen. Bei 100% liegt die dynamische Belastung und steigt mit dem Grad der Deformität (gleich dem Adduktionsmoment). Wohingegen eine Valgusdeformität eine Verlaufsrichtung der Traglinie durch das lat. Kompartiment zur Folge hat.[59,128]

Des weiteren schlussfolgerten Andriacchi et al. [4], dass Patienten mit Kniegelenkarthrose kürzere Schrittlängen und höhere Schrittfolgen bei gleicher Geschwindigkeit im Vergleich zu Gesunden aufweisen. Die Ganggeschwindigkeit und Frequenz nimmt im Allgemeinen ab.[128]

Isometrische [110,143] und isokinetische [101] Kraftmessungen der M. quadriceps femoris bestätigen signifikant niedrigere Werte bei Patienten mit Kniegelenksarthrose im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die nicht an einer Arthrose leidet. O'Reilly [110] ergründete an 300 Probanden die Ursache dieser Quadricepsschwäche. Sein Resultat ist eine Aktivitätsabnahme des M. quadriceps femoris durch psychische Faktoren, Schmerzen und radiologische Veränderungen.[110]

1.6 Die Knie totalendoprothese in der historischen Entwicklung

Schon im 19. Jh. wurden nach Jerosch/ Heisel [68] Resektionsarthroplastiken bei Gonarthrosen durchgeführt.[78]

Materialforschungen und Erkenntnisse über Anatomie/ Physiologie/ Biomechanik prägten viele Jahrzehnte, jedoch reichten Schmerzlinderung und gesteigerte Beweglichkeit nicht als Erfolgskonzept aus. Denn eine ausgeprägte Instabilität kennzeichneten alle Bemühungen negativ.[68]

Bei der Auswahl implantatgeeigneter Materialien orientierte man sich an der Zahnmedizin, in der sich der „stainless steel“ (rostfreier Stahl), Vitallium, aber auch eine Kobalt- Chrom- Molybdän- Legierung herauskristallisierten.[105,128]

Der Berliner Chirurgieprofessor Themistokles Gluck implantierte 1890 als erster eine einfache Scharnierprothese aus Elfenbein bei drei Patienten, die an einer Gelenkzerstörung durch Tuberkulose litten. Vernickelte Schrauben und Kolophonium dienten als Fixierung.[78]

Materialbrüche und Infektionen überschatteten allerdings seinen Erfolg.[56]

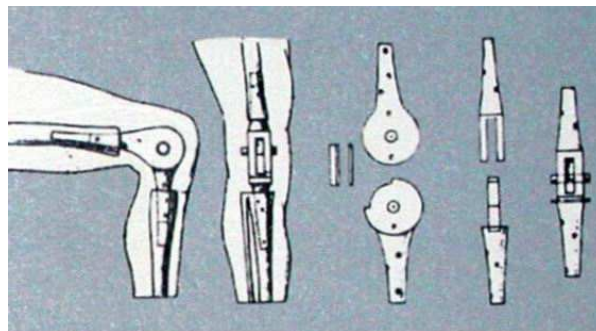


Abb.10

Themistokles Gluck Scharnierprothese aus Elfenbein

[Wolf, R., Bernhardt, A.: Kreiskrankenhaus Grünstadt, 08.10.2005,<http://www.herrmann-chirurgie.de/drupal/sites/default/files/Knie-TEP-Wolf.pdf> (27.12.2012).]

An 100 Leichenknien führte Otto Brantigan 1941 Versuche durch, die ihn zu folgender Erkenntnis brachten: in jeder Bewegungsphase liegt eine bestimmte Beziehung und Kontrolle des Bandapparates vor, eine Meniskusabfederung in der Endposition, die Stabilisierung durch Menisci.[61,128]

1947 folgten durch Jean und Robert Judet erneute Versuche zur Kniegelenksimplantation, die jedoch an dem verwendeten Material (Acryl) scheiterten.[128]

Kurzzeitigen Erfolg erzielte J.M. Majnoni d'Intignano bei einer jungen Patientin. Es kam jedoch sekundär zu einer Einsteifung des Kniegelenkes.[128]

Eine Scharnierprothese, aus einer Acryl/Harz- und Stahlkombination, brachte 1951 58 Patienten Schmerz- und Beschwerdefreiheit. Nur 3 Einsteifungen wurden durch Borje Walldius im Karolinska Institut Stockholm dokumentiert.[128]

Shiers (1953) und Young (1963) bekannten sich gleichermaßen zur Implantation eines vollständigen Kunstgelenkes.[78]

Alternativ sahen Kiar und Jansen aus Kopenhagen die Versorgung chronisch zerstörter Kniegelenke. Sie entwickelten ein Acryl- Tibiaplateau.[128]

Eine 73-jährige Patientin wurde mit einer hohen Zufriedenheit bezüglich Schmerzfreiheit 1954 in Toronto durch D.L. McIntosh versorgt. Er erreichte eine 72-prozentige Erfolgsquote, die unter anderem auch auf eine materialmodifizierte (Vitallium- Acryl) Hemiprothese zurückgeführt werden konnte.[128]

Campbell (1940), Smith&Peterson (1942) und McKeever (1952) reihten sich ebenfalls in die Entwicklung isoliert ersetzter femoraler oder tibialer Gelenkflächen ein.

Trotzdem sah man einen Trend in Richtung Kniegelenktotalendoprothetik, weil insbesondere Arrosionen und Destruktionen des unversorgten Gelenkpartners auftraten.[78]

1968 wurde erstmals eine ungekoppelte Totalendoprothese von Frank H. Gunston unter Schonung der Gelenkkapsel und der Kreuzbänder eingegliedert. Schlechte Ergebnisse im Bereich Stabilität wurden im Laufe der Jahre durch die Erfahrung der Chirurgen ausgeglichen. Dieser Einfluss und Erkenntnisse über die Biomechanik führten zu Veränderungen im Prothesendesign.[128]

1971 wurde nach Resektion der Kreuzbänder eine ungekoppelte Prothese von M. Freeman und S. Swanson eingesetzt.[128]

J. Insall brachte den Durchbruch im Oberflächenersatz. Er entwickelte 1972 das „Unicondylar Total Knee“ und das „Duocondylar Total Knee“ und 2 Jahre später die „Total Condylar Prothesis“. Unterschiede in den Systemen waren das Schonen des umgebenden Bandapparates. So wurde bei dem „Duocondylar Total Knee“ das Kreuzband erhalten und in der Weiterentwicklung, der „Total Condylar Prothesis“ die Kreuzbänder reseziert. Das von ihm angestrebte Konzept die Femurkomponente anatomisch nachzuahmen und das Tibiaplateau „metal-backed“ zu gestalten, wurde von vielen Entwicklern und Herstellern modifiziert. Mit dem 1978 entwickelten „Posterior Stabilized Total Knee“ kam das erste partiell gekoppelte Kniegelenk zur Anwendung. Diese „semi-constrained“- Modelle wurden vielfältig variiert, so dass 1988 das „Insall-Burstein II Modular Knee System“ folgte.[68]

Eine zementierte, mit der Femurkomponente vollständig artikulierende Metall-Komponente gilt in den 1970ern als erster von Insall eingeführter retropatellärer Gleitflächenersatz. Schlechte Langzeitergebnisse zwangen die Hersteller zur Veränderung. Schließlich wurde der Patellarückflächenersatz aus Polyethylen gefertigt.[43]

Eine im Markraum langschäftig, verankerte Scharnierprothese (zementiert oder unzementiert) wurde von der französischen Arbeitsgruppe „GUEPAR“ entwickelt. Durch den Silastikpuffer kam es zwar zur Rotationsverbesserung, aber zu einer 33%-igen Lockerungsrate, außerdem zu Infektionen und einem allgemeinem Implantatversagen.[105,128]

L. Marmor gelang 1972 die Einführung eines Modularsystems für ungekoppelte Implantate.[128]

Mit der Resektion des vorderen Kreuzbandes war es D. Hungerford (1980) möglich nicht nur eine zementierbare, sondern auch eine zementfreie Implantation mit einem „Porous- coated Anatomic Knee“ vorzunehmen.[128]

Dem Pionier der Scharnierprothese Walldius (1951) folgten nicht nur Shiers (1953), Young (1963), die schon erwähnte GUEPAR-Gruppe (1970), sondern auch Gschwend-Scheier-Bähler (GSB) (1973).[78,128]

Deren Ziel war es eine sparsame Knochenresektion, wie bei der Schlittenendoprothese, mit den Vorteilen einer physiologischen Kinematik und Stabilität der starren Scharnierprothese zu vereinen. So entstand der erste GSB- Kniegelenkersatz, welcher im Laufe der Zeit immer wieder verbessert und bis hin zum Revisionssystem komplettiert wurde (GSB II, GSB III mit Patellaersatz).[57,128]

Eine Alternative stellte das von Engelbrecht et al. (1981), ebenfalls halbgekoppelte System, „Endo-Modell“ dar. Die Charakteristika waren breite femorale Kufen zur Lastübertragung auf den Unterschenkel.[78]

Die Kenntnisse über Implantatdesign, Biomechanik, Fixationsmöglichkeiten und Werkstoffauswahl zeigten in den 70er Jahren akzeptable Ergebnisse nach Implantation achsgeführter Scharnierprothesen.[128]

Die klassische Scharnierprothese begrenzt jedoch die Freiheitsgrade, denn nur Extension und Flexion wurden zugelassen. Translation, axiale Rotation sowie Bewegungen in Valgus- und Varusrichtung waren nicht möglich. Scharnierprothesen haben in photogrammetrischen Tests eine Limitierung der Kniegelenkskinematik bestätigt.[138]Demzufolge waren hohe mechanische Belastungen auf Grenzschichten

und Implantat, aber auch aseptische Lockerungen und Infektionen, die Folge.[17,55,62,71]

Deshalb wurden diese in den 1980er und 1990ern durch Oberflächenprothesen, die dem natürlichen Kniegelenk nachgeahmte Rollgleitbewegungen ausführen, ergänzt.[128]

Eine Sonderstellung nehmen die unikondylären Schlittenprothesen unter den Oberflächenersatzprothesen ein (z.B. Modell St. Georg [Engelbrecht,1971] oder Oxford [Goodfellow, 1978]). Sie erlauben den Ersatz des isolierten medialen oder lateralen Kompartiments.[78]

Nun orientiert sich der Trend immer mehr in Richtung eines natürlichen Designs: z.B. eine Asymmetrieanpassung der Tibiaschnittfläche oder das Belassen eines 7°- Varus-, Valgusspielraumes.[159,160]

Innovationen im Bereich Flexibilität, Verankerung im Knochen und Modularität sind zu erkennen, um letztlich eine Einsteifung zu verhindern oder einen Prothesenwechsel zu erleichtern. Das simultane oder einzeitige Versorgen beider Kniegelenke, aber auch Nebeneingriffe (z.B. „laterales Release“) werden in einzelnen Studien empfohlen.[70,128]

Heute wie damals gilt für die Implantation einer Kniegelenksendoprothese, dass alle konservativen und gelenkerhaltenden Maßnahmen bei entsprechender medizinischer Symptomatik und Operationswunsch des Patienten, ausgeschöpft sind. Schmerzfreiheit, Wiederherstellung der „normalen“ Kniegelenksfunktion sollen das Ergebnis der Operation sein.[105]

Durch stetige Weiterentwicklungen des Prothesendesigns, Verbesserung des Instrumentariums, ebenso wie Schulung der chirurgischen Techniken auf Grundlage der Knieendoprothetikpioniere J. Insall und M. Freeman können erfolgversprechende Implantationen bei Patienten mit einem hohen Bewegungsanspruch und langer Lebenserwartung vorgenommen werden.[128]

Eine ständige Zunahme der Primärimplantationen ist zu verzeichnen. Schließlich wurden 2011 145.105 Erstimplantationen von Kniegelenksendoprothesen beim Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH Göttingen (AQUA) registriert.[6]

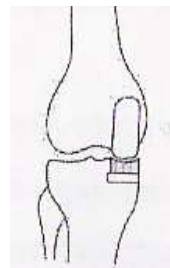
Bei der Auswahl der passenden Endoprothese sind zwei wichtige Eckpfeiler zu beachten: Stabilität und Beweglichkeit. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich diese beiden Faktoren gegenläufig verhalten. Eine möglichst physiologische Beweglichkeit

einer Endoprothese bedeutet mehrere Freiheitsgrade, also ein ungekoppelter, kraftschlüssiger Oberflächenersatz mit einer natürlichen Rollgleitbewegung. Ein solches Implantat setzt einen intakten Muskel- Band- Apparat voraus. Eine Scharnierprothese zeichnet sich sowohl durch eine hohe Stabilität als auch eine Beweglichkeit aus.[128] Moderne Scharnierendoprothesen charakterisiert eine formschlüssige Kraftübertragung und eine wandernde Rotationsachse. Indikationen stellen zusätzlich zum insuffizienten Bandapparat, eine schwere Gonarthrose mit deutlicher Fehlstellung, ausgeprägte Knochendefekte und eine fortgeschrittene Gelenkdestruktion dar.[43,60,144]

Es lassen sich drei Gruppen der Prothesentypen unterscheiden.[80,128]

Unikompartmenteller Oberflächenersatz

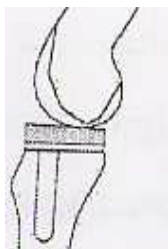
- unikondylärer Oberflächenersatz
(monokondyläre Schlittenendoprothese)
- Femoropatellarersatz



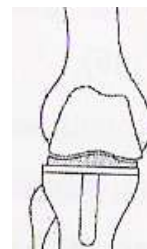
a

Bi-/Trikompartimenteller Oberflächenersatz (kondyläre Prothese, bikondyläre Prothesen)

- ungekoppelt

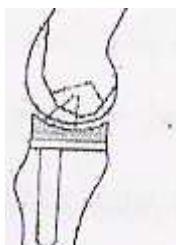


b



c

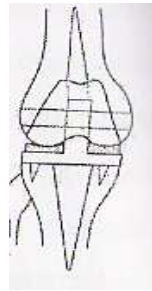
- teilgekoppelt



d

gekoppelte Totalendoprothese

- gleitende Kopplung
- achsgeführt



e

Abb.11(a-e)

[Kohn, D., Rupp, S.(1999): Alloarthroplastik des Kniegelenkes, Orthopäde 27 1999, S. 975-995.]

Die Tribologie in der Knieendoprothetik ist eine Metall- Polyethylen- Gleitpaarung. Eine Kobaltbasislegierung und Titan- oder Titanlegierungen sind die bevorzugten Metalllegierungen. Der Kobaltbasislegierung wird Chrom, Molybdän unter anderem zugemischt. Sie besitzen eine hohe Abriebfestigkeit und eine gute Lastübernahme, ist aber auch zur Oberflächenbildung gut geeignet. Als kritischer Faktor sei das Allergisierungspotential zu nennen. Titan, häufig legiert mit Aluminium oder Vanadium, besitzt eine hohe Korrosionsbeständigkeit, Elastizität und Biokompatibilität und hat im Gegenteil zur Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung ein sehr niedriges Allergisierungspotential. Nachteilig ist die reduzierte Abriebfestigkeit dieses Werkstoffes. Diese Schwachstelle konnte allerdings mit Hilfe von Oberflächenhärtungsverfahren (Stickstoffionen) beseitigt werden. Seltener findet derzeit „Stainless steel“ (Chrom- Nickel- Legierung) Verwendung.[105,128]

Die lasttragenden Komponenten, Inlay und Retropatellarersatz, sind aus Polyethylen (UHMPE, ultra high molecular weight polyethylene). Auf das Inlay wirken Kompressions-, Scher- und Torsionskräfte, diese werden über das Tibiaplateau gleichmäßig auf die Knochenoberfläche übertragen. Da das PE- Inlay Abrasionen, Adhäsionen, Delaminationen oder einem Dreikörperverschleiß ausgesetzt ist, wird eine Mindestschichtstärke von 8 mm gefordert. Nicht nur Verschleißmechanismen, die die Festigkeit herabsetzen, sondern auch eine oxidative Degradation beeinträchtigen die Funktion negativ. Die beginnt schon vor der Implantation und setzt somit eine minimale Lagerungszeit voraus.[105]

Um die mechanischen Läsionen zu verringern und dementsprechend eine Operation zum Inlayaustausch zu vermeiden, wurden mobile PE- Inlays entwickelt.[106]

Langzeitstudien zeigen allerdings vergleichbare Ergebnisse von mobilen zu fixierten Inlays.[43,68,96]

Der retropatellare Gelenkflächenersatz ist ebenfalls aus UHMPE und zeigt vor allem in Nordamerika sehr gute Ergebnisse. Während US-Amerikaner den Retropatellarersatz als Standard-Endoprothesenversorgung ansehen, wird in Europa ein eventueller Vorteil kontrovers diskutiert. Eine ausgeprägte Retropatellararthrose einer dicken beziehungsweise großen Patella oder Störung der Kinematik sind aktuell sinnvolle Indikationen zur Verwendung des Patellarückflächenersatzes.[43]

Eine zwingende Zementierung des Retropatellarersatzes sowie eine fakultative, bei Femur- und Tibiakomponenten, erfolgt mit dem selbstpolymerisierenden Kunstharz: Polymethylmetacrylat (PMMA).

Der „Knochenzement“ wurde Mitte der 60er Jahre durch Charnley entwickelt.[78] Durch die chemische Reaktion (Polymerisation) der pulverisierten Komponente, dem Polymer, mit dem flüssigen Monomer entsteht der Zement. Es wird ein Verbund aus der speziell beschichteten Prothesenoberfläche über das PMMA zum Knochen („Interface“) geschaffen. Dabei fließt der unausgehärtete „Knochenzement“ in die Hohlräume der Spongiosa und gewährleistet so Retention, Primärstabilität, und eine hohe Belastbarkeit. Antibiotika, zum Beispiel Gentamycin, können dem Zement beigemischt werden. Trotz zufriedenstellender Langzeitergebnisse einer zementierten Verankerung, birgt diese auch Nachteile. Zu erwähnen wären: die Gefahr der Knochennekrose durch eine exotherme Reaktion während der Polymerisation, Degradationen im wässrigen Milieu und ein erhöhter Knochensubstanzverlust bei Revisionen.[105]

Die bikondyläre Prothese zählt als besondere Form des Oberflächenersatzes. Instabilitäten oder kontrakte Achsabweichungen schränken die Indikation ein. Das Belastungsausmaß des Polyethylens ist von der Kontaktfläche bestimmten Oberflächengeometrie abhängig. Hohe Kopplungsgrade bedingen hohe Scherbelastungen auf die Implantatverankerung. Zementiert, unzementiert oder kombiniert zementiert/unzementiert (Hybridversion) kann eine Endoprothese fixiert werden. Ausnahme bilden osteoporotisch veränderte Knochenstrukturen- eine Zementierung wird empfohlen. Modularität ist ein Charakteristikum, dass es dem Operateur intraoperativ erlaubt, das Implantat optimal den Gegebenheiten anzupassen. Die zuvor genannten Besonderheiten sind Faktoren, die die Konstruktionen des bikondylären Oberflächenersatzes prägen.[128]

Im Zeitalter der zunehmenden Technisierung findet auch die navigierte oder computerassistierte Prothesenimplantation Anwendung. Vorteile wie optimierte Resektionsgenauigkeit, bandspannungsorientierte Rotationsausrichtung und das Weichteilbalancing stehen der verlängerten Operationszeit und hohen Kosten gegenüber.[31,128,142]

Im Jahr 2003 fanden an 29% der deutschen Kliniken navigationsgestützte Kniegelenksendoprothesenoperationen statt. Effektivität sahen 90% der Anwender in dieser Neuerung.[9,141]

Letztlich ist festzustellen, dass in der Biomechanik, Tribologie, Implantatfixation, Materialauswahl, Operationstechnik und der navigierten, computergestützten Implantation Innovationspotential steckt.[128]

1.7 Veränderung des Gangbildes nach Implantation einer Kniegelenksendoprothese

Ziel einer Knieendoprothesenimplantation sind zum einen das Erreichen einer Beschwerde- und Schmerzfreiheit nach Ausschöpfung konservativer und gelenkerhaltender Maßnahmen ebenso wie eine verbesserte Gehleistung.[105]

Die Gehgeschwindigkeit sowie die Schrittfrequenz sind reduziert und die Schrittlänge ist kürzer als die eines gesunden, natürlichen Kniegelenks.[128]

Gleichfalls sei erwähnt, dass die Phasen der Doppelabstützung verlängert sind und die Winkelexkursion geringer ist im Vergleich zu einem gesunden Kniegelenk.[81]

Da das durchschnittliche Alter endoprothetisch versorgter Patienten meist 70- 80 Jahre ist, sind nicht Resultate eines Kniegelenks bei einem jugendlichen Ziel des Gelenkersatzes und somit ein Flexionswinkel von 90° situativ ausreichend.

Rheumatoide Grunderkrankungen und internistische/endokrine/orthopädische Nebenerkrankungen beeinflussen zusätzlich eine angepasste Erwartungshaltung an die postoperative Mobilität und Leistungsfähigkeit des Kniegelenks. So sind keine höheren Ganggeschwindigkeiten zu erreichen.[139]

Eine besondere Rolle spielen dabei Sportler (Tennisspieler, Marathonläufer), die gesteigerte Anforderungen an ein Operationsergebnis stellen. Diese Zielgruppe entwickelt häufig sekundäre Gonarthrosen als Folge von Sportverletzungen.[128]

Ein undynamisches Gangbild ist häufig festzustellen. Ausschlaggebend sind Wahrnehmungsstörungen durch propriozeptive Defizite, muskuläre Dysbalancen und das verinnerlichte, alte, pathologische Gangmuster.[128]

P. Feiste verglich im Rahmen Ihrer Dissertationsarbeit das Gangbild bei Patienten mit Gonarthrose vor und nach Implantation einer Knieendoprothese. Dabei mussten kniegesunde Probanden und Patienten mit Gonarthrose eine gleiche Laufbandstrecke absolvieren.[46]

Beim Vergleich der Gehgeschwindigkeiten prä- und postoperativ erkennt man bei der Gonarthroseguppe, dass eine Verbesserung in Richtung eines physiologischen Geh tempos (3,5 km/h) resultiert. Präoperativ beträgt die Durchschnittsgeschwindigkeit 1,8 km/h (Maximum:3 km/h (8%); Minimum: 0,5 km/h (5%)), postoperativ wurde eine Steigerung von 16,7% erreicht und entspricht einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 2,1 km/h. Das Streckdefizit wurde postoperativ verbessert: vorher waren bei 57% Streckdefizite von 10°- 30° dokumentiert, postoperativ nur noch 10° bei 20% der Patienten. Die Beugefähigkeit verschlechterte sich jedoch durch die Operation: präoperativ wurde eine durchschnittliche Beugung von 100° dokumentiert (einberechnet wurden die Abzüge bei Streckdefizit), postoperativ nur noch 90°.[46]

Letztendlich nimmt das Bewegungsausmaß zu, denn eine aktive Beweglichkeit beim Gehen (mit oder ohne Erhalt des hinteren Kreuzbandes) und problemloseres Treppensteigen (Schonung des hinteren Kreuzbandes) sind festzustellen. Begründet wird dies durch eine verbesserte postoperative Muskelfunktion.[59,128]

Außerdem kann man trotz des pathologischen Gangmusters höhere Schrittlängen und längere Standphasen bei endoprothetisch ersetzten Kniegelenken feststellen , infolgedessen auch eine kürzere Dauer der Doppelabstützung.[81,128]

Hinsichtlich dieser Überlegungen sollte immer ein maximal mögliches Ergebnis angestrebt werden. Also idealerweise eine Flexion von 110°, ein Bewegungsausmaß von mindestens 90° und die volle Streckung.[128]

2. Patienten und Methodik

2.1 Die CPR- Kniegelenktotalendoprothese

2.1.1 Philosophie und Funktionsprinzipien

Die ersten CPR- Kniegelenktotalendoprothesen wurden im März 2000 im MediClin Waldkrankenhaus Bad Dübén implantiert. Schließlich brachte der Operationserfolg, auf Seiten der Ärzte und Patienten, einen Gipfel der Implantationszahlen im Jahr 2003 und 2004 auf 286-325 Versorgungen im Jahr.

Die Firma Chiropro (Fürther Straße 33, 90513 Zirndorf) brachte die CPR- Kniegelenktotalendoprothese in den Größen S,M,L 1997 auf den Markt. Im Jahr 2008 folgten dann zusätzlich die Größen XS und XL. Eine teilgekoppelte „Semi-Constrained“ Prothese erweiterte 2004 das Portfolio.



Abb.12

Die CPR-Kniegelenktotalendoprothese
[CPR-Kniegelenktotalendoprothese,eigene Fotografie]

Die CPR- Kniegelenktotalendoprothese ist ein bikondylärer, nicht geführter Oberflächenersatz. Bestandteile sind: Femur- und Tibia-Komponente mit einem Polyethylen-Inlay, sowie ein zementierbarer mit 5mm langen Pegs versehener

Polyethylenretropatellarersatz (Größe 26(Ø)=7,5mm Höhe; Größe 32(Ø)=8,5mm Höhe; Größe 35(Ø)= 9mm Höhe). Die genannten Größen (S, M, L) sind untereinander frei kombinierbar. Die Inlaygröße ist von der Femurkomponente abhängig, da diese passgenau gefertigt sind. Den Oberflächenersatz für den Femur und die Tibia gibt es in zementloser und zementierter Version.

Das Grundmaterial der Prothesenelemente, ausgenommen das Inlay und der Retropatellarersatz, ist Titan.

Titan ist im Periodensystem der 4. Nebengruppe zuzuordnen. Durch eine hohe Sauerstoffaffinität bildet Titan im wässrigen Medium eine Passivierungsschicht aus. Legierungszusätze wie Aluminium, Vanadium, Palladium, u.a. verbessern die Eigenschaften von Titan erheblich. Wie zum Beispiel eine hohe Festigkeit oder eine gesteigerte Korrosionsbeständigkeit, auch im aggressiven Milieu.[115]

Die hohe Biokompatibilität und die sehr gute Osseointegration durch die Titanoxidschicht machen Titan als medizinischen Werkstoff fast unersetzbar.[88,115]

In experimentellen Studien konnten zudem Vorteile gegenüber „stainless steel“ durch perkutane Inokkulation mit *Staphylococcus aureus* (S. aureus), festgestellt werden. Denn die Infektionsrate liegt für Titan bei 35% verglichen mit „stainless steel“ bei 75%.[125] Im Jahr 1987 zeigten Rabenseifner et al. bei S. aureus- Beimpfung eine Knochenheilung nach Versorgung mit Tantal- und Niobnägeln, die beim „stainless steel“ ausblieb.[120]

Wie bereits erwähnt gibt es die Prothesen-Komponenten auch zur zementfreien Implantation. Eine Hydroxylapatitschicht bildet die Verbundfläche zum Knochen. Hydroxylapatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$) gilt als bioaktive Beschichtung, deren Mechanismus noch nicht genau bekannt ist, und ist eine besondere Form der Calciumorthophosphate.[104]

Apatitähnliche Mineralien oder Carbonat- Hydroxylapatite können oberflächlich gebildet werden und fördern die zelluläre Funktion, das schließlich über chemische Bindungen ein Knochen-Implantat-Interface bildet (Neo et al. 1992, Ogiso et al. 1992). Durch die Bindung von BoneMorphogeneticProteins (BMP) kann aus einem osteokonduktivem Verhalten eine Osteoinduktion folgen (LeGeros 2002). Studien belegen auch an dieser Stelle, dass Titanimplantate mit Calciumphosphatbeschichtung das Knochenwachstum beschleunigen und den Kontakt zu neu gebildetem Knochen erhöhen [Bareille et al. 2000, Cooley et al. 1992, Kay 1992, Klein et al. 1991, Lind et al. 1999, Oonishi et al. 1994, Yang 2001, 2002].

Die durch Plasmaspray erzeugte Hydroxylapatitoberfläche beweist auf zellulärer Ebene eine Osteoblastenproliferation und –differenzierung, und schlussendlich die Anlagerung einer Osteoidmatrix [Frayssinet et al. 1998, Mitri et al. 2005]. Osteone, vaskuläre Kanäle und unterschiedliche Mineralisationsfronten werden beobachtet [Mitri et al. 2005].

Somit kann man eine stärkere Bindung zwischen Hydroxylapatitschicht und Knochen feststellen im Vergleich zu einem Verbund zwischen unbehandeltem Titan und Knochen [Cooley et al. 1992, Cook et al. 1992, Denissen et al. 1990, Kohri et al. 1990, Ohno et al. 1991, Piattelli et al. 1999, Ravaglioli et al. 1992].

Die Hydroxylapatitoberfläche auf dem Titan wird durch „APS“ (Atmospheric Plasma Spray Verfahren) erzeugt. Das Plasma bewirkt durch elektrische Entladung eine Hitzeentwicklung des mitgeführten Hydroxylapatits (Pulverform).[12]

Die gebildeten „Droplets“ scheiden sich so auf der Oberfläche ab [de Groot et al. 1987]. Resultierend kann man eine Titanoxidschicht mit Calcium und Phosphor nachweisen [Mimura et al. 2004].

Entscheidet sich der Operateur für ein zementiertes Implantat, ist diese knochenseitig mit Niob beschichtet. Dieses diamantharte Material ähnelt den tribologischen Eigenschaften der Keramik.[29]

Niob ist ein Element der 5. Neben-/ Vanadiumgruppe und zählt, genau wie Titan, zu den Übergangsmetallen. Es ist ein silbernes, gut formbares, unedles Metall (kubisch raumzentriert), das eine Passiv-, Oxid- oder Schutzschicht an der Luft ausbildet.

Außerdem greifen die meisten Säuren das Übergangsmetall bei Raumtemperatur nicht an.[154]

Bei der Beschreibung der Prothesenmaterialien und Eigenschaften der CPR-Kniegelenkstotalendoprothese wurde bereits die Tribologie erwähnt- ein nicht weg zu denkender Parameter bei der Auswahl der Implantatwerkstoffe. Tribologie bedeutet ein Zusammenspiel aus Reibung, Schmierung und Verschleiß.[37]

Diese sollen letztlich denen eines natürlichen Kniegelenks entsprechen.

Zu bedenken ist der Abrieb mit freiwerdenden Partikeln, die im Extremfall, durch Osteoklastenstimulation und Osteolysen zur Prothesenlockerung führen können [Amstutz et al. 1992, Freemann et al. 1982, Willert et al. 1996]. Auch nehmen

Makrophagen Fremdkörper auf und lösen eine Fremdkörperreaktion aus. Folglich entstehen Granulome oder reaktive Synovialitiden.[21]

2001 wurden nach Witzel drei Hauptanforderungen an die Implantatprothetik gestellt: es soll primäre und sekundäre Belastungsstabilität vorhanden sein, negative Implantateinflüsse sollen minimiert werden und im Knochen soll die physiologische Spannungsverteilung möglichst erhalten bleiben.[43]

Das Implantat soll wechselnden Belastungen und Belastungsrichtungen standhalten können, um Verformungen zu vermeiden oder gering zu halten. Eine Sekundärstabilität wird erreicht, wenn Implantatoberfläche und Knochen zeitnah miteinander verwachsen. Zu „negativen Implantateinflüssen“ zählen Abriebpartikel und ungünstige Spannungsverhältnisse an angrenzenden Knochenstrukturen. Physiologische Spannungsverhältnisse an der Knochen-Implantat-Grenzfläche, Wolff'sches Transformationsgesetz, gelten als unabdingbar für einen dauerhaften Halt und Erhalt [Wolf 1892, Rice et al. 1988].[43]

Biokompatibilität ist zusätzlich ein nicht zu vernachlässigender Faktor zur Langlebigkeit eines Implantates [Willert et al. 1996].

Chiropro verzichtet auf eine Rechts-Links-Version der Prothese. Mittels entsprechend ausgeformter Patella- Gleitlager sind Gleitbewegungen der Patella in beide Richtungen möglich. Gewisse Vorteile bietet ein vereinfachtes Instrumentarium.[29]

Das Polyethyleninlay ist auf dem Tibiaplateau frei drehbar gelagert, um eine Rotationsbewegung im Kniegelenk und kongruent zu den Radien der Femurkondylen (Curved on Curved Kontakt) zu ermöglichen. Der „Polyethylenmeniscus“ vermeidet das Zurückrollen des Femurschlittens auf dem Tibiaplateau. Voraussetzung ist jedoch ein entsprechender Anpressdruck der einzelnen Prothesenelemente zueinander, vermittelt durch die Spannung der Kollateralbänder. Translationsbewegungen des Inlays werden durch einen Zapfen an der Tibia-Komponente verhindert.[78]

Eine breite Patellalauffläche wurde im Bereich der Femurkomponente konstruiert, um Zwangsführungen der Patella zu verhindern.[78]

Die Grundflächen der Implantat-Komponenten haben herausragende Stege, die zur besseren Fixierung in den Knochen einschneiden, aber auch Rotationskräfte aufnehmen und gleichmäßig verteilen. Grundflächenvertiefungen weist auch die zementierte Version auf, um Zement aufnehmen zu können. Bei der zementfreien Version stellen die Grundflächenvertiefungen ein Lager für das Hineinwachsen des Knochens dar.[29]

Eine großflächige, schraubenfreie Verankerung bietet das sogenannte „H- Profil“ der Tibia-Komponente.[29]

K. Jaroschik, ehemaliger Chefarzt der Chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Bad Neustadt (Saale), wirkte maßgeblich am Design der CPR-

Kniegelenktotalendoprothese mit. Dementsprechend flossen viele seiner Ideen zur Funktion und OP-Technik bei der Entwicklung, aufgrund seiner langjährigen Erfahrung, ein. Zielsetzungen waren: wenig Knochenverlust bei der Implantation; anzustreben sei ein zementloser Einbau über eine große Kontaktfläche; die postoperativen Verhältnisse sollen den Gegebenheiten der ursprünglichen Situation ähneln; somit auch das Patellagleitlager der natürlichen Form entsprechen, damit sollte beim Aufstehen/ in die Hocke gehen/ Treppensteigen der Anpressdruck nicht zu hoch sein und eine optimale Kraftentwicklung des Quadriceps gewährleistet werden.[78]

2.1.2 Operationstechnik

Als erster Schritt liegt der Operation eine Planung zugrunde. Das bedeutet anhand einer a.p.- Röntgenaufnahme, die idealer Weise im Stehen erfolgt, bei stehunfähigen Patienten im Liegen, werden wichtige Parameter wie Mikulicz- Linie, Femur- und Tibiaachse bestimmt. Es erfolgt die Festlegung der Resektionsebenen und die Auswahl der Implantatgrößen mittels Planungsschablonen. Für dieses Vorgehen stehen auch spezielle Softwareprogramme zur Verfügung.

Die Operation des Patienten wird in Rückenlage durchgeführt und das zu versorgende Bein wird frei beweglich abgedeckt. Die Händedesinfektion, die sterile Abdeckung und das Anlegen der Blutsperr (400 mmHg) sind standardisierte Abläufe. Mit einem 20 cm langen Hautschnitt in der Mitte der Streckseite wird die Operation begonnen.

Subkutangewebe und Faszie werden unter Blutstillung durchtrennt. Es erfolgt die Darstellung des Kniegelenkstreckapparates, die Quadrizepssehne wird im Faserverlauf durchtrennt und die Patella medial umschnitten. Bei der Eröffnung der Gelenkkapsel entleert sich meist ein seröser Gelenkerguß. Die Patella wird evertiert und der Hoffa´sche Fettkörper teilweise entfernt. Der intraartikuläre Befund wird beschrieben, eine Cheilotomie und wenn erforderlich auch eine Synovialektomie durchgeführt. Der meist nur in Resten vorhandene mediale sowie laterale Meniskus werden entfernt.

Durch das spitzwinkelige Aufstellen des Kniegelenkes und die Resektion des vorderen Kreuzbandes wird das Tibiaplateau mit Hilfe von 3 Hohmann Hebeln übersichtlich dargestellt. Mit einer Neigung von 2°/4°/6°/8° (Slope) wird das Tibiazielgerät aufgebracht und mit Pins fixiert. Die Ausrichtung der Resektionslehre erfolgt extramedullär, hierbei ist darauf zu achten, dass das Zielgerät parallel zur Tibiavorderkante ausgerichtet wird. In gestreckter Stellung des Kniegelenkes wird nun der Bandspanner auf das Tibiaplateau aufgesetzt, es handelt sich um die Balancierung des Ligg. collateralia. Die Spannarme werden an die Femurcondylen angelegt und auf den Bandspanner die Ausrichtlehre aufgesetzt. Die mediale und laterale Schraube wird wahlweise bis 9-11-13mm herausgedreht, um die gewünschte Kollateralbandspannung zu erreichen. Die Ausrichtung der Beinachse erfolgt in Bezug auf den Hüftkopfmittelpunkt und die Sprunggelenkmitte. Es werden Bohrungen für die Fixierung des Sägeblockes vorgenommen und der Sägeblock wird mit Pins fixiert. Der distale Femurschnitt erfolgt parallel zur Tibiagelenkfläche entsprechend einem physiologischem Valgus von 5°. In einer 90° Beugestellung wird der Bandspanner erneut eingesetzt, um die dorsale Spannung zu überprüfen. Es sollten sich die gleichen Meßwerte (9-11-13mm) beim Spannvorgang wie in Streckstellung ergeben, um zu vermeiden, dass der Beugespalt vom Extensionsspalt abweicht. Zur Bestimmung der Femurgröße (XS/S/M/L/XL) sollte die Femurausrichtlehre exakt dem distalen Femurschnitt anliegen. Die Ziellehre wird durch die Resektionslehre ersetzt und der ventrale und dorsale Femurschnitt sowie die Schrägschnitte werden durchgeführt. Entsprechend der Planung (Größe S/M oder L) erfolgt die Präparation im Bereich der proximalen Tibia. Zur Aufnahme der Mittelstems wird die Tibia mit einem Formmeißel vorbereitet. Tibia- Probekomponente und Probeinlay werden aufgebracht und anschließend die Femurkomponente. Vor dem Probesitz werden femorale Verankerungslöcher gebohrt. Ziel ist eine mittige Ausrichtung, eine freie Beweglichkeit und stabile Seitenbänder. Die Probekomponenten werden entfernt und die Blutsperr geöffnet, es erfolgt eine akkurate Blutstillung. Zementfrei oder zementiert wird das Tibiateil und in der ermittelten Höhe (9-11-13mm) das Polyäthylenteil aufgebracht. Die Implantation endet mit dem Einschlagen der Femurkomponente. Nochmalig wird die Beinachsenstellung, die Beweglichkeit und die Stabilität überprüft. Abhängig vom klinischen und morphologischen Befund im Bereich der Patella erfolgt eine Denervierung, Cheilotomie oder der retropatellare Gelenkflächenersatz. Nach Spülen des Operationsbereiches wird eine Redondrainage eingelegt und die Gelenkkapsel, das

mediale Retinakulum, Quadrizepssehne, Faszie, Subkutangewebe und die Haut bei 45° gebeugtem Kniegelenk vernäht. Abschließend wird ein gepolsterter, elastischer, steriler Verband mit Wickeln des Beines angelegt, sowie eine postoperative Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen angefertigt.

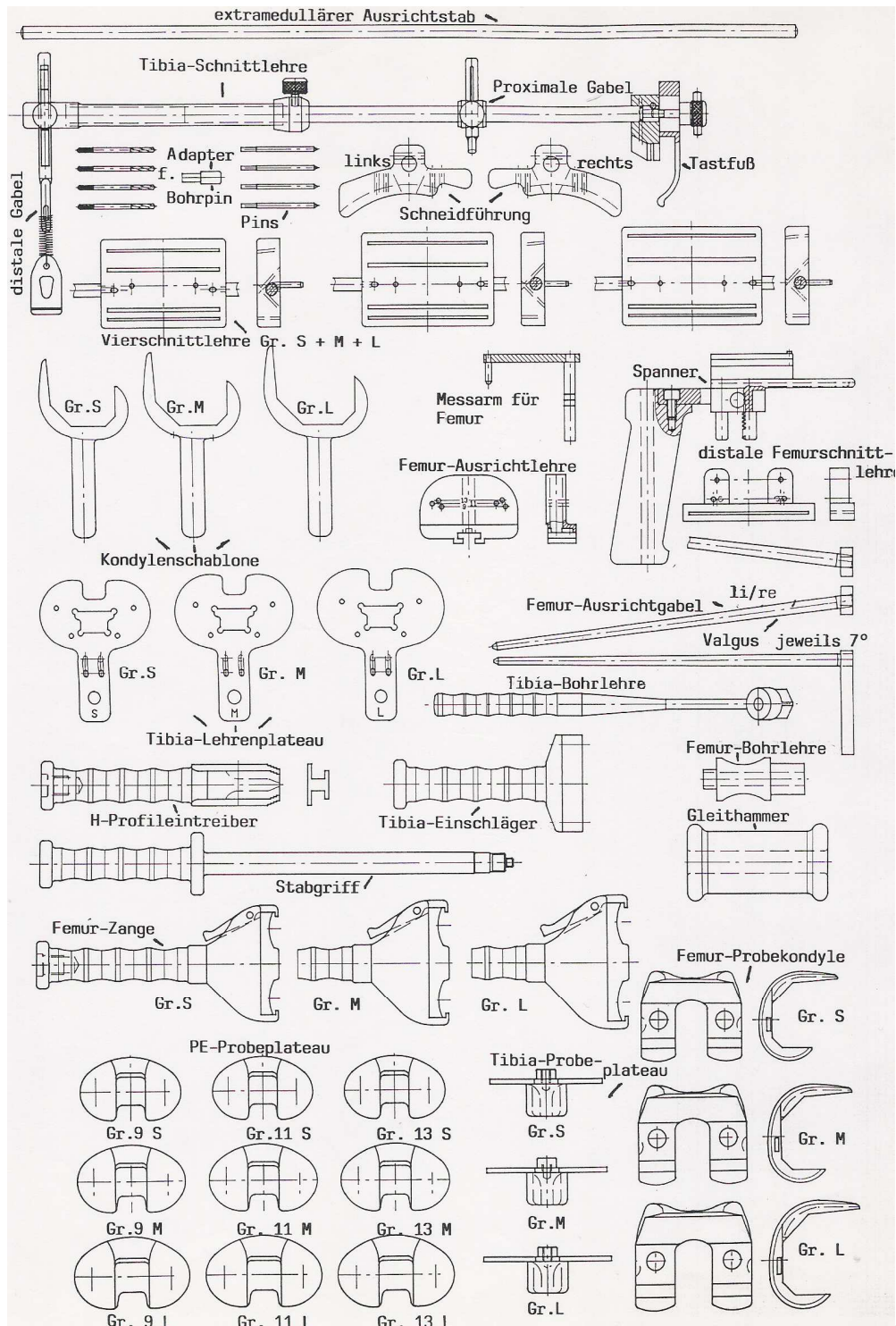


Abb.13

Übersicht operative Instrumente und Probekomponenten, CPR-Kniegelenktotalendoprothese,

Fa. Chiropro

2.2 Patientengut

In der Mehrzahl der Fälle erfolgte die CPR-Knie-TEP-Implantation im Zeitraum von April 2000 bis November 2003 im Fachkrankenhaus für Orthopädie, dem Waldkrankenhaus Bad Dübén. Ergänzend wurden Totalendoprothesen statistisch erfasst, deren Implantation zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte. Dabei handelte es sich um Patienten die beidseitig mit CPR- Prothesen versorgt wurden. Dezember 2006 ist der am spätesten erhobene Operationszeitpunkt.

Die Nachuntersuchung wurde in der Zeit von Februar 2009 bis April 2010 im Waldkrankenhaus Bad Dübén durchgeführt.

Es wurden 44 Patienten befragt sowie klinisch untersucht. 40 Probanden bildeten die Gruppe derer, die ausschließlich subjektive Fragebögen beantwortet haben. Insgesamt ergibt sich ein Patientenkollektiv von 84 Personen mit 106 prothetisch versorgten Kniegelenken. Von den klinisch untersuchten Patienten wurden jeweils 12 am rechten und linken Knie mit CPR- Knieendoprothesen versorgt. Von 41 der 44 Patienten lagen aktuelle Röntgenaufnahmen vor, so dass 53 Kniegelenke zur röntgenologischen Auswertung zur Verfügung stehen.

In die Studie sind 29 Männer und 53 Frauen aufgenommen. 2 Personen sind vom Geschlecht und Alter unbekannt, weil sie die Fragebögen anonym ausfüllten. Das durchschnittliche Alter der weiblichen Probanden beträgt $67,3 \pm 0,82$ (Standardfehler) Jahre zum Operationszeitpunkt. Das mittlere Alter bei Männern ist mit $67,4 \pm 0,91$ Jahren annähernd gleich. Bei 12 Frauen wurden beidseits Knieendoprothesen implantiert. Neunmal wurden bei männlichen Patienten beide Kniegelenke durch Endoprothesen ersetzt. Die älteste Patientin war zum Zeitpunkt der Operation 81 Jahre und die Jüngste 54 Jahre alt.

2.3 Datenerhebung

Als Informationsquelle zu den Patienten und Operationen standen die Krankenakten zur Verfügung. Ergänzende Daten wurden aus der postoperativen Erhebung gewonnen: aktuelle Anamnese, BMI und die subjektive Zufriedenheit. Klinische Untersuchungsergebnisse wurden bei der Nachuntersuchung erhoben und erfolgten in keinem Fall durch den Operateur.

2.3.1 Patientencompliance

Es wurden 189 Patienten aus dem Operationszeitraum von 2000-2003 (die ersten im Waldkrankenhaus Bad Döben implantierten CPR-Knieendoprothesen) schriftlich kontaktiert und zu einer Nachuntersuchung eingeladen.

Schlussendlich erklärten sich 43 Benachrichtigte bereit zu einer klinischen Untersuchung zu erscheinen, eine Untersuchung fand bei einer Probandin zu Hause statt. Ein weiterer Patient wurde durch die Tochter, selbst Ärztin, klinisch untersucht. Durch die Auskunft von Angehörigen oder des Meldeamtes können 21 verstorbene Patienten ermittelt werden.

59 Patienten folgten aus unterschiedlichen Gründen der Aufforderung zur Nachuntersuchung nicht. Unter anderem sind 5 Patienten mit dem Operationsergebnis unzufrieden; 6 Patienten haben kein Interesse; 7 Personen sind körperlich eingeschränkt oder bedürfen intensiver Pflege; 1 Operierter bemängelt die Überwindung der räumlichen Distanz. 37 angeschriebene Patienten erschienen ohne Gründe nicht zur Nachuntersuchung.

Insgesamt wurden 72 Fragebögen über den Postweg verschickt. 30 Operierte erhielten Fragebögen, die einer klinischen Untersuchung nicht zustimmten, aber sich in einem persönlichen Gespräch für eine Datenerhebung über Scores entschieden. Die restlichen Fragebögen wurden an die verbliebenen Patienten verschickt, die das Angebot zur Nachuntersuchung nicht wahrnahmen. 23 Personen sendeten die Scorebögen nicht zurück. 8 Fragebögen können wegen unzureichender Datenangaben statistisch nicht ausgewertet werden. Auf diesem Weg stehen so 39 Scorebögen für eine subjektive Einschätzung durch die Patienten zur Verfügung, 2 weitere unvollständig ausgefüllte Fragebögen können nur teilweise Berücksichtigung finden.

2.3.2 Die klinische Nachuntersuchung

2.3.2.1 Der Knee Society Score nach Insall (KSS)

Der KSS kombiniert den Inhalt des „Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System“ mit dem „Knee Society Clinical Rating System“. Diese Messinstrumente wurden 1989 in Las Vegas (Nevada) von der „American Knee Society“ (1983 gegründet) auf einem wissenschaftlichen Kongress vorgestellt.[44,64]

Der wesentliche Inhalt dieses Scores geht auf John N. Insall zurück, weswegen der KSS auch Insall- Score genannt wird und geht aus dem „Hospital for Special Surgery Score“ hervor. J.N. Insall, ein Vorreiter der Knieendoprothetik, modifizierte den Score um eine bessere Vergleichbarkeit unterschiedlicher Endoprothesensysteme zu ermöglichen, dabei wählte er wichtige Outcome-Komponenten aus.

Bis heute wird der KSS als sehr zuverlässiges Instrument in vielen internationalen Studien, vor allem in der Knieendoprothetik, verwendet.[93]

Eine Zweiteilung des KSS in Kniescore und Funktionsscore verhindert das negative Absinken des Scorewerts durch den Einfluss von Alterungsprozessen und dem Allgemeinzustand der Patienten.[111,128]

Der Kniescore bezieht sich auf den Zustand des Kniegelenks und bewertet Schmerzen (50 Punkte= keine Schmerzen; 0 Punkte= starke Beschwerden), Bewegungsumfang (125° ergibt die Maximalpunktzahl 25; 1 Punkt entspricht 5°) und schließlich die anteroposteriore sowie mediolaterale Stabilität. Flexionskontrakturen , Streckdefizite und Fehlstellungen führen zu einem Punktabzug.[128]

Als Maximum können jeweils 100 Punkte erreicht werden.[128]

Mit dem Funktionsscore werden die Aktivitäten des täglichen Lebens erfasst. Der Score setzt sich aus folgenden Bereichen zusammen: Gehleistung (ohne Einschränkung= 50 Punkte, unfähig zu gehen 0= Punkte) und Treppensteigen (ohne Einschränkung und beschwerdefrei= 50 Punkte; Treppensteigen nicht möglich= 0 Punkte). Ein Punktabzug ergibt sich beim Benutzen von einem oder zwei Gehstöcken, Unterarm- Gehstützen oder eines Rollators.[128]

Ist ein Patient beidseitig mit Knieendoprothesen versorgt, sind beide Knie getrennt voneinander zu bewerten.[128]

Ergebnisauswertung aus dem Knie- und Funktionsscore:[75]

<i>Punkte</i>	
90 oder mehr	sehr gut
89 bis 80	gut
79 bis 70	mäßig
unter 70	schlecht

Knee Society Score			
Patient: _____			
Schmerz	Funktion		
kein	50	Gehleistung	
gering oder gelegentlich	45	unbeschränkt	50
beim Treppensteigen	40	> 2km	40
beim Gehen und Treppensteigen	30	1- 2km	30
mäßig gelegentlich	20	< 1km	20
mäßig ständig	10	Wohnung	10
stark	0	unfähig	0
Range of motion _____		Treppensteigen	
Stabilität (max. Bewegung in jeder Position)		beschwerdefrei	50
Anteroposterior		hinunter schmerzfrei	
< 5mm	10	mit Geländer	40
5- 10mm	5	auf-, abwärts mit	
>10mm	0	Geländer	30
		abwärts unmöglich	15
		unmöglich	0
Mediolateral		Subtotal: _____	
< 5°	15	Abzüge	
6°- 9°	10	1 Stock	5
10°- 14°	5	2 Stöcke	10
> 15°	0	Unterarmgehstützen oder	
Subtotal: _____		Rollator	20
Abzüge		Abzüge total: _____	
Flexionskontraktur			
5°- 10°	2		
11°- 15°	5		
16°- 20°	10		
> 20°	15		
Streckdefizit (aktiv)			
< 10°	5		
10°- 20°	10		
> 20°	15		
Tibiofemoralwinkel			
5°- 10° valgus	0		
0°- 4° varus	3 Pkt. pro Grad		
11°- 15° valgus	3 Pkt. pro Grad		
Abzüge total (falls neg. Score= 0): _____			
TOTAL (max. 100Pkt.)		TOTAL (max. 100Pkt.)	

Abb. 14

Patientenfragebogen für die klinische Nachuntersuchung und die statistische Erhebung.

[Insall, J.N., Dorr, L.D., Scott, R.D., Scott, W.N.(1989): Rationale of the Knee Society Clinical Rating System, Clin Orthop Relat Res 248 Nov. 1989, S. 13-14.]

2.3.2.2 Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)

Im Jahr 1982 haben kanadische Forscher den WOMAC als zuverlässiges und valides Messinstrument für Patienten zur Beurteilung von Knie- und Hüftgelenken (Arthrose, Behandlungserfolg etc.) entwickelt, um deren gesundheitsbezogene Lebensqualität zu evaluieren.[134,146]

Es handelt sich um eine standardisierte Patientennachuntersuchung, die in 65 Sprachen verfügbar ist. 1996 wurde auch eine deutsche Version veröffentlicht.[13]

Der WOMAC besteht aus 3 Kategorien: 5 Fragen zum Thema „**Schmerz**“, 2 Fragen zur „**Steifigkeit**“ und 17 Fragen zu „**alltäglichen Aktivitäten**“.[128]

Ziel ist es in ca. 5 bis 10 Minuten nach rein subjektiver Einschätzung 24 Fragen zu beantworten.[34]

Zur praktischen Durchführung stehen 3 Formen zur Auswahl: „Visual Analogue“, „Likert“ und „Numerical Rating“.[3]

Bei dieser Untersuchung liegt der „Visual Analogue“ zugrunde: es handelt sich um eine 10cm lange Skala, welche aus 5 Teilen besteht. Die ersten 0-2cm ergeben 0 Punkte, der Patient hat keine Schmerzen/Steifigkeiten oder sonstige Probleme. 1 Punkt ergibt sich bei einer Strecke von 2-4cm und entspricht leichten Beschwerden. 4-6cm entsprechen 2 Punkten und mittelgradigen Beschwerden. 3 Punkte ergeben sich bei einer Strecke von 6-8cm einhergehend mit starken Schmerzen, evtl. Steifigkeit und auch sonst erheblichen Problemen. Bei einem noch schlechteren Ergebnis entspricht dies 8-10cm auf einer Analogskala verbunden mit großen Problemen auch im alltäglichen Leben.[128,146]

Zu den einzelnen Kategorien ergibt sich folgende Punktbewertung: Schmerz= 20 Punkte, Steifigkeit= 8 Punkte und Aktivität des täglichen Lebens= 68 Punkte. Eine niedrige Punktzahl entspricht einer hohen subjektiven Zufriedenheit.[128,146]

Reliabilität (Zuverlässigkeit), Validität (Gültigkeit) und Änderungssensibilität (Empfindlichkeit) sind Kriterien, die in verschiedenen Studien in Bezug auf den WOMAC überprüft wurden. Die Reliabilität sowie die Validität ergaben sehr gute Beurteilungen. Bei einer Anwendung des WOMAC kann der Behandlungsbedarf im Rahmen der Rehabilitation erfasst werden, was von verschiedenen Autoren überprüft wurde.[5,13,14,134]

Schlussendlich müssen Sprachbarrieren sowie geringe Schulbildung als Situationen eingestuft werden, die die zuverlässige Beantwortung des WOMAC problematisch erscheinen lassen und deshalb berücksichtigt werden müssen.[3]

WOMAC- Arthroseindex
(Western Ontario and Mc Masters Universities)

Sie werden nun gebeten, nach diesem Muster die Stärke Ihrer Schmerzen, Ihrer Steifigkeit oder Behinderung anzugeben. Bitte vergessen Sie nicht, je mehr rechts Sie das „X“ ankreuzen, umso mehr Schmerzen, Steifigkeit oder Behinderung haben Sie.

A Schmerzfragen
Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der Schmerzen, die Sie am operierten Knie haben. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie in der letzten Woche verspürt haben.
(Bitte positionieren Sie ein Kreuz auf der Linie.)

Wie oft erfahren Sie Schmerzen im Knie:

1.	Gehen auf ebenem Boden	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
2.	Treppen hinauf- oder hinuntersteigen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
3.	Nachts im Bett	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
4.	Sitzen oder Liegen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
5.	Aufrecht Stehen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		

B Fragen zur Steifigkeit
Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Steifigkeit (nicht die Schmerzen) Ihres operierten Knies. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihre Gelenke bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie in den letzten Wochen verspürt haben. (Bitte positionieren Sie ein Kreuz auf der Linie.)

1.	Wie stark ist die Steifigkeit gerade nach dem Erwachen am Morgen?	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
2.	Wie stark ist Ihre Steifigkeit nach dem Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		

C Fragen zur körperlichen Tätigkeit
Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen und sich um sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie in den letzten Wochen wegen Beschwerden in Ihrem operierten Knie gespürt haben. (Bitte positionieren Sie ein Kreuz auf der Linie.)

Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim:

1.	Treppe hinuntersteigen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
2.	Treppe hinaufsteigen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
3.	Aufstehen vom Sitzen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
4.	Stehen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
5.	Sich zum Boden bücken	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
6.	Gehen auf ebenem Boden	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
7.	Einsteigen ins Auto/ Aussteigen aus dem Auto	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
8.	Einkaufen gehen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
9.	Socken/ Strümpfe anziehen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
10.	Socken/ Strümpfe ausziehen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
11.	Aufstehen vom Bett	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
12.	Liegen im Bett	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
13.	Ins Bad(ewanne)/ Aus dem Bad oder der Badewanne Steigen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
14.	Sitzen	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
15.	Sich auf die Toilette setzen/ Aufstehen von der Toilette	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
16.	Anstrengende Hausarbeiten	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		
17.	Leichte Hausarbeiten	.....	Starke Schmerzen
	<i>Keine Schmerzen</i>		

Abb. 15

Patientenfragebogen zur statistischen Erhebung modifiziert nach Rössner.

[Rössner, A.(2006): Änderung der Aktivität und der Lebensqualität nach Implantation eines bikondylären Oberflächenersatzes bei Gonarthrose, Inaugural-Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, S. 25., Stucki, G., Meier, D., Stucki S. et al.(1996): Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities), Arthritis Index Z Rheumatol 1996 55, S. 40-49.]

2.3.2.3 Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Der KOOS wurde entwickelt um das Patientenvertrauen gegenüber dem eigenen Knie und die damit verbundenen Probleme zu beurteilen. Anwendung findet dieses Instrument vor allem bei posttraumatischer Osteoarthrose, Verletzungen des vorderen Kreuzbandes, des Meniskusses und des Knorpels über kürzere oder längere

Zeitintervalle. Er dient unter anderem der Verlaufskontrolle während medikamentöser, physiotherapeutischer oder nach operativer Behandlung. In der vorliegenden Studie wurden Fragen im Zusammenhang mit dem operierten Knie in der vorangegangenen Woche ausgewertet.[130]

Die Aussagekraft des Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score wurde durch Literaturrecherche, einer Pilotstudie und einem schwedischen/ US- amerikanischen Expertenausschuss gesichert. 1998 evaluierten Roos et al. diesen Fragebogen und erzielten in einer Test-Retest-Studie 2003 eine Validitätszunahme. Dabei wurden vor allem junge Patienten berücksichtigt, die hohe Erwartungen an die Funktionsfähigkeit, eine gesteigerte Aktivität und ein verbessertes Bewegungsausmaß des betroffenen Knies hatten.[48,128,131]

Der KOOS setzt sich aus fünf Subskalen zusammen: Schmerz, Symptome, Aktivität des täglichen Lebens, Sport und Freizeit sowie Beeinflussung der Lebensqualität durch das betroffene Knie. Der Patient muss seine Antwort auf einer Likert-Skala einschätzen, die letztlich einer Bewertung von 0-4 Punkten entspricht. In den unten beschriebenen Formeln wird die erreichte Punktzahl so transformiert, dass ein Ergebnis von 0-100 resultiert. 100 Punkte implizieren „keine Beschwerden“, dementsprechend korrelieren 0 Punkte mit einem „sehr schlechten Ergebnis“.[128,130,131,132]

Folgende modifizierte Formeln finden Anwendung:[128,130]

1. Schmerz (Pain)	$100 - \frac{\text{total score P1-P8} \times 100}{32}$	= _____
2. Symptome (Symptoms)	$100 - \frac{\text{total score S1-S7} \times 100}{28}$	= _____
3. Funktionen des täglichen Lebens (ADL)	$100 - \frac{\text{total score A1-A17} \times 100}{68}$	= _____
4. Funktionen beim Sport (Sport&Recreation)	$100 - \frac{\text{total score SP1-SP4} \times 100}{16}$	= _____
5. Lebensqualität (QOL)	$100 - \frac{\text{total score Q1-Q4} \times 100}{16}$	= _____

Die Vorteile des Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score sind vielfältig: er ist schnell durchführbar, benutzerfreundlich, selbsterklärend, gut reproduzierbar.

Außerdem sind Aussagen zu Aktivitäten wie: Hocken, Springen, Knien, Verdrehen möglich und stellt eine Erweiterung zum WOMAC dar, weil er gelenkbedingte Beschwerden in besonderem Maße berücksichtigt.[128,130]

Ergänzung zu KOOS						
SYMPTOME: (Diese Fragen sollte in Hinblick auf Ihre Kniesymptome während der letzten Woche im operierten Knie beantwortet werden.)						
1.	Haben Sie eine Schwellung des Knies bemerkt?					
	Nie	Selten	Manchmal	Oft	Immer	
2.	Fühlen Sie ein Reiben, hören Sie ein Klicken oder anderes Geräusch, wenn Sie Ihr Knie bewegen?					
	Nie	Selten	Manchmal	Oft	Immer	
3.	Bemerken Sie ein Schnappen im Knie bei Bewegung?					
	Nie	Selten	Manchmal	Oft	Immer	
4.	Können Sie Ihr Knie ganz strecken?					
	Nie	Selten	Manchmal	Oft	Immer	
5.	Können Sie Ihr Knie ganz beugen?					
	Nie	Selten	Manchmal	Oft	Immer	
FUNKTION/ SPORT: (Welche Schwierigkeiten bereiten Ihnen folgende Aktivitäten?)						
1.	Hocken/ Kauern	keine	leichte	verschieden	heftige	extreme
2.	Schnell Laufen	keine	leichte	verschieden	heftige	extreme
3.	Springen	keine	leichte	verschieden	heftige	extreme
4.	Knien	keine	leichte	verschieden	heftige	extreme
LEBENSQUALITÄT						
1.	Wie oft sind Ihnen Ihre Knieprobleme bewusst?					
	Nie	Monatlich	Wöchentlich	Täglich	Ständig	
2.	Haben Sie Ihr Leben verändert, um Ihrem Knie potentiell schädende Aktivitäten zu vermeiden?					
	Überhaupt nicht	Ein wenig	Verschiedentlich	Deutlich	Total	
3.	Wie oft haben Sie Sorge bei mangelndem Vertrauen in Ihr Knie?					
	Überhaupt nicht	Ein wenig	Verschiedentlich	Deutlich	Total	
4.	Zusammengefasst, wieviel Schwierigkeiten haben Sie mit Ihrem Knie?					
	Überhaupt nicht	Ein wenig	Verschiedentlich	Deutlich	Total	

Abb.16

Patientenfragebogen zur statistischen Erhebung modifiziert nach Rössner.

[Rössner, A.(2006): Änderung der Aktivität und der Lebensqualität nach Implantation eines bikondylären Oberflächenersatzes bei Gonarthrose, Inaugural-Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, S. 28, Roos, E.M.(2003): KOOS User's Guide 2003, University Lund, www.koos.nu (11.08.2010).]

2.3.2.4 Short Form-36 Health Survey Scoring Demonstration (SF-36)

Der SF-36 ist ein Gesundheitsfragebogen, der als international anerkanntes, standardisiertes Messinstrument gilt. Dieser dient der Kontrolle der gesundheitsbezogenen Lebensqualität in ökonomischen sowie krankheitsübergreifenden Gesichtspunkten.[25,26,114]

Eine internationale Arbeitsgruppe, die International Quality of Life Assessment Group (IQOLA), machte es sich 1991 zur Aufgabe den SF-36 aus bereits bis zu 20 Jahren bestehenden Fragebögen zusammenzustellen.

Es wurden zwei Vor- und Rückwärtsübersetzungen vorgenommen, wobei auch ein besonderes Augenmerk auf die Umgangssprache gelegt wurde, denn diese wurde qualitativ von Gutachtern beurteilt. Um die internationale Wertigkeit zu erhalten, wurde die umgangssprachliche Version und das Original auf Projekttreffen diskutiert.[23,114] Inzwischen kann man den SF-36 in 11 Sprachen erhalten und stellt vergleichsweise eine sehr gute internationale Konsistenz, in Bezug auf Reliabilität, Datenqualität und schließlich Skalengenauigkeit dar.[50]

Der Gesundheitsfragebogen SF-36, da er aus 36 Fragen besteht, bekam 1996 sein letztes Update. Das Ergebnis waren verkürzte und vereinfachte Fragestellungen sowie die Einteilung in acht Antwortkategorien.[152]

Zudem ist es möglich diese acht Kategorien in körperliche und seelische Summenscores zu unterscheiden. In der vorliegenden Arbeit wurden acht Dimensionen ausgewertet, da die Unterschiede der einzelnen Dimensionen sonst maskiert werden. Im Rahmen der Dissertation wurde die „Veränderung der Gesundheit“ als zusätzliche Frage eingefügt, um den aktuellen Gesundheitszustand mit dem Zeitpunkt vor der Operation zu vergleichen.[128]

	Dimension	Abkürzung
körperlicher Summenscore	körperliche Funktion	KöFu
	körperliche Rollenfunktion	KöRo
	Schmerzen	Schm
	allgemeiner Gesundheitszustand	Ages
seelischer Summenscore	Vitalität und körperliche Energie	Vita
	soziale Funktionsfähigkeit	SoFu
	emotionale Rollenfunktion	EmRo
	seelische Funktionsstörung	Psyc
	Veränderung der Gesundheit	

Abb.17

Darstellung der Summenscoreunterteilung und der einzelnen Dimensionen mit den dazugehörigen Abkürzungen

Die standardisierte Auswertung erfolgt nach Bullinger und Kirchberger [24], deren Schema vorgibt, nach Eingabe der Daten Werte außerhalb des Wertebereichs in fehlende Daten umzuwandeln. Durch Mittelwertschätzungen werden fehlende Daten ersetzt.[114]

Laut folgender Formel können die Rohskalenwerte transformiert werden:[128]

$$\text{Transformierte Skala} = \frac{(\text{tatsächlicher Rohwert} - \text{niedrigster möglicher Rohwert})}{\text{mögliche Spannweite der Rohwerte}} \times 100$$

Daraus ergeben sich transformierte Skalenwerte von 0-100, demzufolge implizieren 0 Punkte extreme und 100 Punkte keine Beschwerden, also einen guten Gesundheitszustand.[128]

Short Form- 36 Health Survey Scoring Demonstration

1.	Wie würden Sie Ihre Gesundheit beschreiben?				
	Exzellent	Sehr gut	Gut	Mäßig	Schlecht
2.	Im Vergleich zu der Zeit vor der Operation, wie würden Sie Ihre Gesundheit jetzt beschreiben?				
	Viel besser	Etwas besser	Genauso wie vorher	Etwas schlechter	Viel schlechter
3.	Die folgenden Fragen beziehen sich auf Aktivitäten, die Sie an einem normalen Tag machen möchten. Schränkt Sie Ihre Gesundheit dabei ein? Und wenn, wie sehr?				
	Körperlich anstrengende Aktivitäten (z.B. rennen, tragen schwerer Sachen, Teilnahmen am Sport).				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
	Körperlich leichte Aktivitäten (z.B. anheben eines Tisches, Heben eines Staubsaugers, Golf spielen).				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
	Heben oder Tragen von Lebensmitteln.				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
	Mehrere Treppen hinaufsteigen.				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
	Eine Treppe hinaufsteigen.				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
	Beugen oder Knien.				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
	Spazieren gehen mehr als 1km.				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
	Laufen mehrerer 100m.				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
	Laufen von 100m.				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
	Baden oder sich selbst anziehen.				
	Ja, sehr		Ja, etwas		Nein
4.	Während der letzten 4 Wochen, haben Sie mehr Zeit investieren müssen aufgrund Ihrer körperlichen Verfassung?				
	Verkürzung der Zeit, die Sie mit Arbeit oder anderen Aktivitäten verbracht haben.				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Sie schaffen weniger als Sie gern möchten?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Sie sind eingeschränkt bei der Art der Tätigkeit?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Die gleiche Arbeit strengt Sie jetzt mehr an?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
5.	Während der letzten 4 Wochen, haben Sie mehr Zeit investieren müssen aufgrund Ihrer seelischen Verfassung?				
	Verkürzung der Zeit, die Sie mit Arbeit oder anderen Aktivitäten verbracht haben.				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Sie schaffen weniger als Sie gern möchten?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Sie arbeiten weniger sorgfältig als gewöhnlich?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
6.	In den letzten 4 Wochen, hat Ihre körperliche Gesundheit Auswirkung auf Ihre Kontakte zu Familienmitgliedern, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen?				
	überhaupt nicht	Geringfügig	Verschiedentlich	Etwas	Extrem
7.	Wie stark beeinflussen Ihre Schmerzen Ihre Arbeit (berufliche Tätigkeit und Haushalt) in den letzten 4 Wochen?				
	überhaupt nicht	Geringfügig	Verschiedentlich	Etwas	Extrem
8.	Die folgenden Fragen sind über Ihre Ansicht.				
	Fühlen Sie sich selber voller Leben?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Sind Sie sehr nervös?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Haben Sie sich ganz schlecht gefühlt und nichts konnte Sie aufheitern?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Haben Sie sich ruhig und zufrieden gefühlt?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Haben Sie jede Menge Energie?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Fühlen Sie sich niedergeschlagen und enttäuscht?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Fühlen Sie sich erschöpft?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
	Sind Sie oft müde?				
	Immer	Meist	Manchmal	Selten	Nie
9.	Hatte in den letzten 4 Wochen Ihre körperliche oder seelische Verfassung Auswirkungen auf Ihre Kontakte zu Familienmitgliedern, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen?				
	überhaupt nicht	Geringfügig	Verschiedentlich	Etwas	Extrem
10.	Wie WAHR oder FALSCH sind folgende Aussagen?				
	Mir scheint, ich werde schneller krank als andere Menschen.				
	Absolut wahr	Meist wahr	Weiß nicht	Eher falsch	Absolut falsch
	Ich bin gesünder als irgendjemand, den ich kenne.				
	Absolut wahr	Meist wahr	Weiß nicht	Eher falsch	Absolut falsch
	Ich nehme an, meine Gesundheit wird schlechter.				
	Absolut wahr	Meist wahr	Weiß nicht	Eher falsch	Absolut falsch
	Ich habe eine ausgezeichnete Gesundheit.				
	Absolut wahr	Meist wahr	Weiß nicht	Eher falsch	Absolut falsch

Abb.18

Patientenfragebogen für die statistische Erhebung modifiziert nach Rössner.

[Bullinger, M., Kirchberger, I.(1998): SF-36. Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung, Hogrefe, Göttingen., Rössner, A.(2006): Änderung der Aktivität und der Lebensqualität nach Implantation eines bikondylären Oberflächenersatzes bei Gonarthrose, Inaugural-Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, S. 29]

2.3.2.5 Röntgenanalyse

Zur Bewertung der ossären Integration, Implantatverankerung und Positionierung der Gelenkkomponenten wurden Röntgenbilder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung angefertigt oder die Patienten brachten zeitnahe Aufnahmen vom niedergelassenen Orthopäden mit.

Maßgebend sind die Richtlinien der Knee Society (TKA- RESS; „Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System“), um die Knieendoprothesen radiologisch nach gleichen Kriterien auszuwerten.[44,77]

Für die Röntgenaufnahme in anteroposterioren (a.p.) Richtung liegt der Patient auf dem Rücken, das Bein ist gestreckt, die Patella zeigt nach oben und der Fuß ist orthogonal zur Tischplatte ausgerichtet. Der Gelenkspalt wird palpiert und angezeichnet. Der Mittelpunkt des Rasters soll sich mittig zwischen Femur- und Tibiakomponente befinden. Durch die Mitte des Femur- und Tibiaschaftes verläuft die Longitudinallinie. Der Gelenkspalt wird durch eine horizontale Linie des Rasters in zwei gleiche Teile geteilt. Wenn die Röntgenröhre um 15° nach kaudal gekippt wird, entspricht dies etwa dem von ventral- kranial nach dorsal- kaudal verlaufendem Slope.[128]

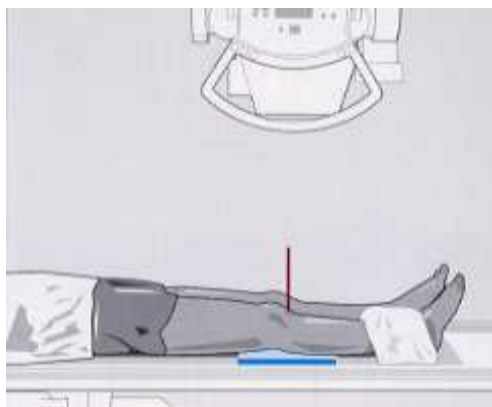


Abb.19

Patientenlagerung im anteroposterioren Strahlengang.

[**Philips Medizin Systeme** (Philips GmbH)(1996): Handbuch für Radiographie-Anmerkungen und Beispiele zur Aufnahmetechnik und Einstelltechnik, 2. Auflage, Hamburg, <http://download.sstmed.com/Tools/Aufnahmehelfer.pdf> (02.11.2013), S. 57.]

Für die Lateralprojektion befindet sich der Patient in Seitenlage und das Kniegelenk wird 40° gebeugt, die Patella befindet sich orthogonal zur Auflagefläche und der

Unterschenkel parallel zur Kassettenebene. Der Zentralstrahl verläuft senkrecht zur Filmebene.[116,128]

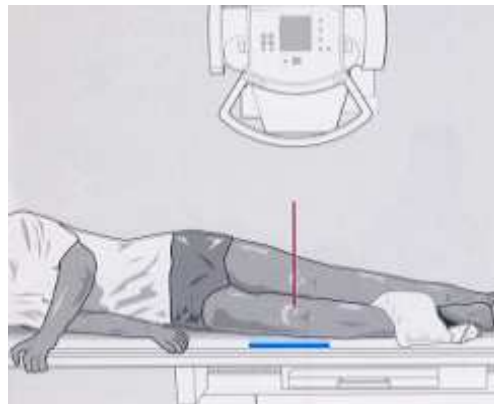


Abb.20

Patientenlagerung im lateralen Strahlengang.

[**Philips Medizin Systeme** (Philips GmbH)(1996): Handbuch für Radiographie-Anmerkungen und Beispiele zur Aufnahmetechnik und Einstelltechnik, 2. Auflage, Hamburg, <http://download.sstmed.com/Tools/Aufnahmehelfer.pdf> (02.11.2013), S. 57.]

Die wichtigsten technischen Angaben sind: der Film-Focus-Abstand von 105 cm, eine Spannung von 66 kV, das Produkt aus Stromstärke und Belichtungszeit 8 mAs und einem 18cmx24cm Filmhochformat.[116]

Winkelgrade zwischen Knochen und Gelenkkomponenten werden ermittelt um das Alignment zu bestimmen.[128] Deren Definition ist den Abb.21 und 22 zu entnehmen.

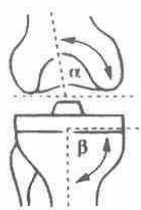


Abb.21

a.p.-Projektion

Ausrichtung der Femurkomponente α 93-97°

Ausrichtung der Tibiakomponente β 87-93°

Femorotibiale Beinachse Varus/Valgus

[**Rössner**, A.(2006): Änderung der Aktivität und der Lebensqualität nach Implantation eines bikondylären Oberflächenersatzes bei Gonarthrose, Inaugural-Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, S. 32.]

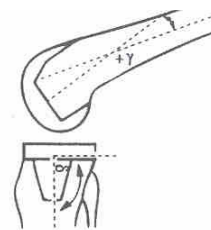


Abb.22

Lateralprojektion

Femurbeugewinkel $\gamma \pm 4^\circ$

Tibiawinkel δ 85 - 90°

Zur Beurteilung der Tibiakomponente benötigt man eine radiologische Aufnahme in anteroposteriorer und lateraler Projektion.[77]

Ein Röntgenbild im lateralem Strahlengang ist in besonderem Maße zur Beurteilung der Femurkomponente und gegebenenfalls des retropatellaren Gelenkflächenersatzes geeignet. Die Zoneneinteilung (Abb. 23) erlaubt eine genaue Analyse des Interfaces mit Hinweisen auf Osteolysen und eventuell einer Lockerung. Im Bereich der Femurkomponente werden 7 und beim retropatellaren Gelenkflächenersatz 3-5 Regionen unterschieden. Bei der Tibiakomponente werden in a.p.- Richtung 7 und in seitlicher Projektion 3 Areale unterschieden. Von Bedeutung sind Aufhellungslinien $\geq 2\text{mm}$. Mit der Anzahl der von Aufhellungslinien betroffenen Regionen nimmt die Wahrscheinlichkeit einer Lockerung zu.[77,128]

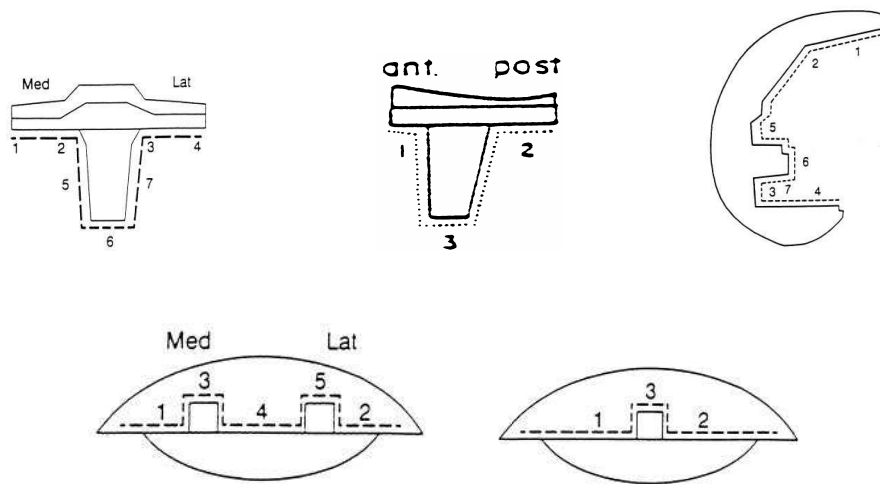


Abb.23

Einteilung der einzelnen Endoprothesenkomponenten zur Lokalisation der Lockerungssäume.

[Ewald, F.C.(1989): The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System, Clin Orthop Relat Res 248 Nov. 1989, S. 9-12]

Weisen sämtliche Zonen Aufhellungslinien auf, ist mit einer hohen Wahrscheinlichkeit von einer Lockerung auszugehen. Bei einer Komponenten- Migration spricht man von einer eindeutigen Lockerung.[77,128]

2.4 Statistische Datenerhebung

Die gesammelten Daten aus der klinischen Nachuntersuchung und den Fragebögen wurden in Microsoft Excel eingepflegt. Die statistische Auswertung selber erfolgte

durch die wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universität Würzburg Frau Dr. Juliane Kopf mit der IBM Software SPSS (Version 20).

Für alle erhobenen Daten wurden Häufigkeiten, Anzahl, Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardfehler beschrieben. Es wurden T-Tests, Mann-Whitney-U- und Wilcoxon-Tests benutzt, um Unterschiede zwischen bestimmten Variablen zu finden. Dabei galt ein Signifikanzniveau von p kleiner als 0,05, dies bedeutete, dass die Irrtumswahrscheinlichkeit α bei 5% lag, und das Ergebnis „statistisch signifikant“ war (p kleiner 0,1 entsprach einer „marginalen Signifikanz“). Es gab also nur eine fünf prozentige Chance, dass ein Test falsch positiv war. Somit konnte für den Test die aufgestellte Nullhypothese abgelehnt werden, dieser Zusammenhang galt nicht nur für die untersuchte Stichprobe, sondern auch für die Grundgesamtheit.[128]

Mit dem T-Test galt es die Gleichheit von Mittelwerten zweier unabhängiger Stichproben zu prüfen. Die Annahme war, dass beide Stichproben normalverteilte Grundgesamtheiten darstellten und eine gleiche Varianz besaßen.[122]

Da die Varianzen aber meist unbekannt waren, wurden diese geschätzt. Geprüft wurde letztlich ob die Differenz der zwei Mittelwerte größer Null war.[153]

Die t- Verteilung mit der Anzahl der k Freiheitsgrade (definiert aus: der Stichprobenumfangdifferenz und der Anzahl der Parameter aus den Stichprobenmesswerten) waren ausschlaggebend für die Teststatistik T . [128]

Der Levene- Test wurde als Signifikanztest herangezogen, um die Varianzgleichheit zweier oder mehrerer Grundgesamtheiten zu prüfen.[90]

Ziel war die Prüfung der Nullhypothese (entsprach der Varianzgleichheit) gegen die Alternativhypothese, dass sich mindestens eine Varianz von der anderen unterschied.[128]

Als Beispiel dafür der Kolmogorov- Smirnov- Test , der die Übereinstimmung von zwei Wahrscheinlichkeitsverteilungen untersucht. Zufallsvariablen wurden geprüft, ob sie die gleiche Verteilung besaßen und galt als Voraussetzung einen T- Test durchführen zu können.[40]

Der Mann-Whitney- Test und der Wilcoxon- W- Test dienten als Homogenitätstests/ parameterfreier, statistischer Test. Damit wurden zwei unabhängige Verteilungen geprüft, ob diese zur selben Grundgesamtheit gehörten und demzufolge signifikant waren.[97,155]

Beginnend wurden Differenzen aus den Wertepaaren gebildet und mit Vorzeichen dargestellt. Aus den Absolutwerten wurde dann eine Rangliste dargestellt. Ränge der

Differenzen mit den weniger häufigen Vorzeichen wurden addiert. Der R- Wert oder die Rangsumme wurde errechnet, um anschließend zu kontrollieren ob diese Zahl größer als ein tabellarisch kritischer Wert war. War dem nicht so, war die Nullhypothese nicht korrekt und die zwei Messreihen entstammten nicht der gleichen Grundgesamtheit.[128,153]

Die Pearson Korrelation untersucht das Maß für den Grad eines linearen Zusammenhangs zwischen zwei intervallskalierten Merkmalen.[89]

Der Korrelationskoeffizient R kann zwischen -1 und $+1$ liegen. „1“ bedeutet ein starker linearer Zusammenhang zwischen den untersuchten Größen. „+“ weist auf ein proportionales Ergebnis hin. So bedeutet ein negatives R ein umgekehrt proportionaler Zusammenhang und somit dass eine Variable größer wurde und die andere kleiner.[128]
Eine Signifikanz zeigt die Abweichung des Korrelationskoeffizienten von Null im T-Test.[89]

3. Ergebnisse

3.1 Auswertung der allgemeinen Anamnese

Für die Auswertung standen die anamnestischen Daten aus den Krankenakten von 84 Patienten zur Verfügung. Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung erfolgte eine nochmalige Befragung, die die Anamnese aktuell vervollständigte.

In der allgemeinen Anamnese konnten verschieden Randinformationen aufgenommen werden, die medizinisch relevante Faktoren darstellen.

Wegen der Anonymität 2er Probanden (entspricht 3 Kniegelenken) können nur Informationen von 103 Knieendoprothesen über das Geschlecht, das Alter, die Prothesenstandzeit, den Gonarthrose- und CPR- Typ sowie vorangegangene Operationen am später endoprothetisch versorgten Kniegelenk, Operationsdetails und postoperative Komplikationen, die im folgenden Text aufgeführt werden, nicht angegeben werden. Zur Bestimmung des BMIs wurden im Rahmen der Nachuntersuchung Gewicht und Größe der Patienten aufgenommen. Darauf wird im Abschnitt BMI (3.3.2) genauer eingegangen.

Geschlecht und Alter

Es wurden 29 Männer und 53 Frauen für die Studie herangezogen. Das mittlere Alter der Frauen beträgt zum Zeitpunkt der Operation $67,28 \pm 0,82$ (Standardfehler) Jahre, das der Männer $67,42 \pm 0,91$ Jahre. Das gemittelte Alter allgemein beträgt $67,33 \pm 0,62$ im Vergleich dazu entspricht das Alter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung $74,71 \pm 0,64$.

Begleiterkrankungen

Adipositas	79,8 %
Herz-, Kreislauferkrankung	76,2 %
Diabetes mellitus	28,6 %
sonstige endokrine Störung	14,3 %
Hyperuricämie	8,3 %
rheumatoide Arthritis	7,1 %
LWS- Syndrom/ Spinalkanalstenose	6 %
Depression	2,4 %

Polyneuropathie	1,2 %
Morbus Bechterew	1,2 %
Morbus Parkinson	1,2 %

Gonarthrosetyp

Die häufigste Indikation für eine Knieendoprothese war eine primäre Gonarthrose, diese Diagnose trifft auf 81 Kniegelenke zu. Eine sekundäre Gonarthrose war bei 22 Kniegelenken der Grund für eine endoprothetische Versorgung. Dokumentiert werden 7 vorangegangene Tibiakopfkorrekturosteotomien, 3 Menishektomien in der Vorgeschichte, 4 Patienten die unter schwerem Rheuma litten, bei 7 Probanden bestand eine Hyperuricämie und in einem Fall lag ein Trauma zugrunde.

Vorangegangene Operationen

Eine Arthroskopie wurde vorangehend bei 11 Kniegelenken durchgeführt. In allen Fällen erfolgte eine konservative Behandlung bevor die Indikation zur Totalendoprothesenimplantation gestellt wurde und in 7 Fällen fand eine Tibiakopfkorrekturosteotomie statt.

Anzahl und Lokalisation

Bei 49 Patienten wurde nur einseitig eine Knie totalendoprothese implantiert: 29 rechts-, 20 linksseitig. 35 Patienten sind beidseitig mit Knie totalendoprothesen versorgt, davon haben 22 rechts und links eine CPR- Knie totalendoprothese.

CPR- Prothesentyp

Die Operateure entschieden sich bei 11 Kniegelenken aufgrund der anatomischen Gegebenheiten für eine posterior stabilisierte Prothese. Die restlichen 92 Knieprothesen sind kreuzbanderhaltende, nicht geführte CPR- Knie totalendoprothesen. 99 CPR-Prothesen wurden zementlos implantiert. 3 Femurteile und 2 Tibiateile wurden zementiert. Bei 8 Patienten wurde zusätzlich ein Retropatellarersatz vorgenommen.

Operationsdetails

Zusätzlich zum Prozedere der eigentlichen Prothesenimplantation wurde anhand des klinischen Bildes in 3 Fällen eine zeitgleiche Synovektomie, bei 3 Kniegelenken ein

laterales Release und in einem Fall an einem Kniegelenk eine vollständige Hoffa-Resektion durchgeführt.

Anschlussheilbehandlung

Eine anschließende stationäre oder ambulante Rehabilitation nahmen 83 der 84 Patienten in Anspruch. Nur ein Patient verzichtete darauf.

Postoperative Komplikationen und Reoperationen

ASK/ Debridement	12
lat. Release	8
Narkosemobilisation	5
Patelladenervierung	4
Retropatellarersatz	6
Inlaywechsel/ Lavage	2
Cheilotomie	2
Patellaplastik	2
Wechsel Tibia/ Inlay	1

Diese therapeutischen Maßnahmen wurden an 21 versorgten Knieendoprothesen durchgeführt.

Prothesenstandzeit

Der gemittelte Zeitraum der Prothesenstandzeit wurde anhand von 103 Kniegelenken errechnet. Die gemittelte Spanne vom Tag der Implantation bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung beträgt 7,4 Jahre. 9 Jahre ist der längste postoperative Zeitraum und 3 Jahre der Geringste. Diese kurze postoperative Zeitspanne ergibt sich aus der Aufnahme von Patienten in die Nachuntersuchungsgruppe, deren Kniegelenke beidseitig mit einer CPR- Prothese versorgt wurden.

Subjektive Beurteilung des Operationserfolges

Nach dem Schulnotenprinzip sollten die Patienten den persönlichen Operationserfolg einschätzen. Gemäß der Altersstruktur der Befragten wurde eine Notenabstufung von 1-5 vorgenommen. (1= sehr gut; 2= gut; 3= befriedigend; 4= mangelhaft; 5= schlecht)

In der Gesamtheit betrachtet haben die meisten Operierten „gut“ ausgewählt, denn der gemittelte Wert war 2,3. 39 (46,6%) der 84 befragten Patienten entscheiden sich das postoperative Ergebnis mit „gut“ zu bewerten. 13 (15,5%) Individuen beurteilen das Operationsresultat als „sehr gut“, 25 (29,8%) als „befriedigend“, 6 (7,1%) als „mangelhaft“ und 1 (1,2%) Patient als schlecht.

3.2 Klinische Nachuntersuchung

3.2.1 Knee Society Score nach Insall (KSS)

Der KSS wird rechnerisch in zwei Kategorien eingeteilt: ein Teil, der die Funktionen im Alltag („Funktionsscore“) des operierten Knies bewertet im Vergleich zur zweiten Kategorie, die sich aus dem Schmerzempfinden des Patienten und klinischen Parametern („Kniescore“) zusammensetzt. Weitere theoretische Details zum KSS sind im Abschnitt 2.3.2.1 beschrieben.

Da diese Dissertation sowohl Patienten in die Statistik aufnimmt, die zu einer klinischen Untersuchung erschienen oder einem Hausbesuch (56 Kniegelenke) zustimmten, sowie Patienten die rein subjektiv Fragebögen (50 Kniegelenke) ausfüllten, muss man die Patienten zu diesem Fragebogen in zwei Gruppen aufteilen.

Resultierend ist die Kategorie „Schmerz und klinische Parameter“ (Kniescore) der Gruppe, die nur subjektiv an der Studie teilgenommen hatten, unvollständig. Es wurde somit nur das Schmerzempfinden bewertet.

klinisch untersuchte Patienten

Schmerz (Punkte)	50	45	40	30	20	10	0
Anzahl KG	18	17	9	9	3	0	0
% (gerundet)	32,1	30,4	16,1	16,1	5,4	0	0

Mit Abstand werden die meisten Knie, die klinisch untersucht wurden, mit keinen (18 Knie (32,1%), 50 Punkte), geringen oder gelegentlichen (17 Knie (30,4%), 45 Punkte) Schmerzen eingeschätzt. Keiner der Patienten gibt an starke (0 Punkte) Schmerzen zu haben.

Bewegungsumfang (Punkte)	15	18	19	20	21	22	23	24	25
Anzahl KG	2	3	4	8	5	8	10	11	5
% (gerundet)	3,6	5,4	7,1	14,3	8,9	14,3	17,9	19,6	8,9

5 Kniegelenke (8,9%) der 56 Untersuchten erreichen einen Bewegungsumfang von 125° (5° entsprach einem Punkt) und somit die Maximalpunktzahl 25. Zwei operierte Kniegelenke (3,6%) können nur bis zu 75° gebeugt werden was 15 Punkten entspricht. Der „Range of Motion“ erzielt einen Mittelwert von 21,8±0,32 Punkte und entspricht einer durchschnittlichen Kniebeugung von ca.110°.

Stabilität				
<i>anteroposterior</i> (Punkte)	10	5	0	
Anzahl KG	55	1	0	
% (gerundet)	98,2	1,8	0	
<i>mediolateral</i> (Punkte)	15	10	5	0
Anzahl KG	49	7	0	0
% (gerundet)	87,5	12,5	0	0

Das Ergebnis der mediolateralen und anteroposterioren Stabilität ist sehr gut, denn nur ein Kniegelenk (1,8%) weist eine „Schublade“ von 5-10mm (5 Punkte) auf. Sieben Kniegelenke (12,5%) öffnen sich bei mediolateraler Belastung um 6-9° (10 Punkte).

Flexionskontraktur (Punkte)	15	10	5	2	0
Anzahl KG	12	8	4	11	21
% (gerundet)	21,4	14,3	7,1	19,6	37,5

Der gemittelte Wert für die Flexionskontraktur beträgt abgerundet 5 Punkte (5,4±0,81Punkte) und entspricht einer Bewegungseinschränkung von 11-15°, ausgehend von definierten 120°. 21 (37,5%) operativ versorgte Kniegelenke haben keine (0 Punkte) Beugekontrakturen. Gegenüberstellend haben aber 12 (21,4%) eine von mehr als 20° (15 Punkte), gemessen an der Norm, verringerte Flexion.

Streckdefizit (Punkte)	15	10	5	0
Anzahl KG	1	4	26	25
% (gerundet)	1,8	7,1	46,4	44,6

Die Mehrzahl der versorgten Knie besitzt kein Streckdefizit (0 Punkte, 25 Kniegelenke entspricht 44,6%) oder eine Einschränkung von weniger als 10° (5 Punkte, 26 Kniegelenke entspricht 46,4%).

Tibiofemoralwinkel						5-10° Valgus
Punkte	15	12	9	6	3	0
Fehlstellung	5°	4°	3°	2°	1°	0°
Anzahl KG	0	2	2	7	3	42
% (gerundet)	0	3,6	3,6	12,5	5,4	75

42 (75%) von 56 der untersuchten Kniegelenken machen den 0- Punkte Bereich aus, also Kniegelenke die einen 5-10° Valgus aufweisen. 2 Patienten (2 Kniegelenke entspricht 3,6%) weisen 12 Punkte für ihr Kniegelenk auf. Dieses Ergebnis errechnet sich aus einer Punktevergabe von 3 pro Gradzahl.

Total (Punkte)	40	50	51	54	56	60	61	63	64	68	69	70	72	74	75	78
Anzahl KG	1	1	1	1	1	2	1	1	1	4	3	5	2	1	2	1
% (gerundet)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	3,6	1,8	1,8	1,8	7,1	5,4	8,9	3,6	1,8	3,6	1,8

Total (Punkte)	79	80	81	82	84	85	86	88	89	90	93	94	95	96	98	99	100
Anzahl KG	1	1	1	3	3	1	1	1	2	1	1	2	1	3	3	2	1
% (gerundet)	1,8	1,8	1,8	5,4	5,4	1,8	1,8	1,8	3,6	1,8	1,8	3,6	1,8	5,4	5,4	3,6	1,8

Wie bereits beschrieben wurde, kann das Gesamtergebnis des „Kniescores“ (Schmerzen und klinische Parameter) in 4 Bewertungskategorien unterteilt werden:

	≥90 Punkte	89-90 Punkte	79-70 Punkte	<70
	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
Anzahl KG	14	13	12	17
% (gerundet)	25	23,2	21,4	30,4

Die meisten Kniegelenke werden nach der vorgegebenen Einteilung als „schlecht“ kategorisiert. Insgesamt 17 Kniegelenke (30,4%) ergeben weniger als 70 Punkte in der Gesamtpunktzahl, die sich aus der subjektiven Schmerzeinschätzung der Patienten und den diagnostizierten klinischen Parametern („Kniescore“) zusammensetzt. Allerdings haben auch 14 Kniegelenke (25%), also ein Viertel der untersuchten Knieendoprothesen, ein „sehr gutes“ Ergebnis erzielt.

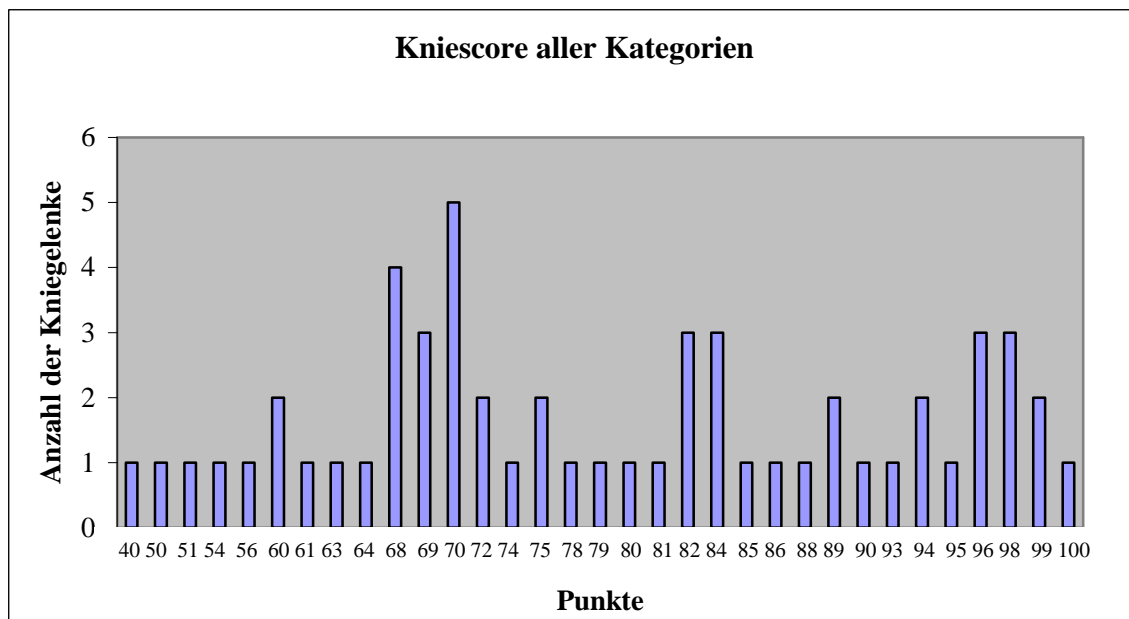


Abb.24

Grafische Darstellung der Ergebnisse Kniescore bezogen auf alle Kategorien.

[Grafische Darstellung der Ergebnisse des Kniescore:Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Die Verteilung der Gesamtergebnisse aus dem „Schmerzteil“ erstrecken sich allgemein von 40 bis 100 erreichten Punkten, wobei 5 Kniegelenke (8,9%) bei 70 Punkten die am häufigsten erzielte Punktzahl ausmachen. Ein Patient/ ein mit einer Totalendoprothese versorgtes Kniegelenk (1,8%) erreicht das Maximum 100.

Funktion						
Gehleistung (Punkte)	50	40	30	20	10	0
Anzahl KG	17	13	9	13	3	1
% (gerundet)	30,4	23,2	16,1	23,2	5,4	1,8
Treppensteigen (Punkte)	50	40	30	15	0	
Anzahl KG	9	0	46	0	1	
% (gerundet)	16,1	0	82,1	0	1,8	

Der gemittelte Wert für die Gehleistung liegt bei $34,5 \pm 1,84$ Punkten, sowohl eine unbeschränkte Gehleistung (50 Punkte, 17 Kniegelenke, 30,4%) als auch eine Unfähigkeit zu gehen (0 Punkte, 1 Kniegelenk, 1,8%) ist bei der Nachuntersuchung festzustellen.

Eine Konzentration ist bei 30 Punkten (46 Kniegelenke, 82,1%) ersichtlich, demzufolge besteht die Fähigkeit des Treppensteigens, sowohl auf als auch abwärts, nur mit Hilfe

eines Geländers. Einmal (1,8%) ist das Treppensteigen unmöglich (0 Punkte) und 9 mal (16,1%) ist dies beschwerdefrei (50 Punkte).

Gehilfen (Punkte)	20	10	5	0
Anzahl KG	9	0	0	47
% (gerundet)	16,1	0	0	84

Die Meisten (47 Kniegelenke, 84%) der klinisch untersuchten Patienten benötigen keine Gehilfen (0 Punkte), 8 Patienten (9 Kniegelenke, 16,1%) sind auf das Benutzen von Unterarm-Gehstützen oder einen Rollator (20 Punkte) angewiesen.

Total (Punkte)	-20	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Anzahl KG	1	2	5	2	8	8	12	9	1	8
% (gerundet)	1,8	3,6	8,9	3,6	14,3	14,3	21,4	16,1	1,8	14,3

	≥90 Punkte sehr gut	89-90 Punkte gut	79-70 Punkte mäßig	<70 schlecht
Anzahl KG	9	9	12	26
% (gerundet)	16,1	16,1	21,4	46,4

Fast die Hälfte aller Kniegelenke (26, 46,4%), aus der Gruppe der klinisch Untersuchten, erreichen ein „schlechtes“ Ergebnis nach der Kategorisierung der Gesamtpunktzahl im „Funktionsscore“. Kniegelenke ab 90 Punkten werden als „sehr gut“ bewertet und zählen insgesamt 9 (16,1%).

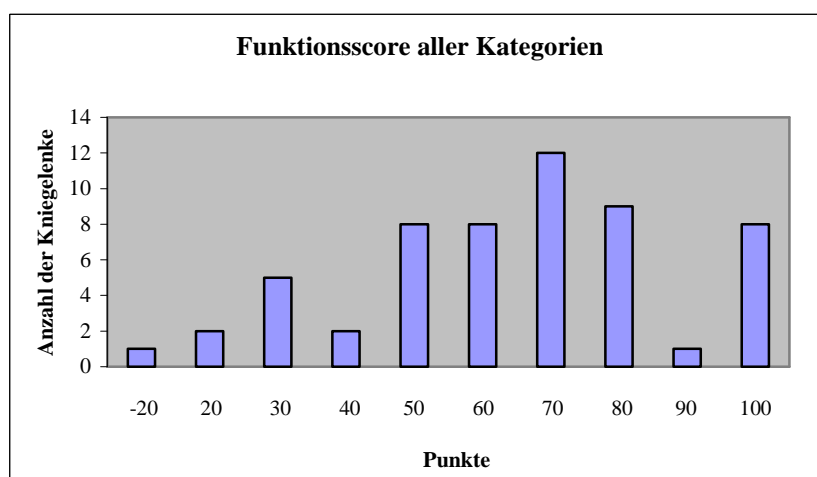


Abb.25

Grafische Darstellung der Ergebnisse des Funktionsscore bezogen auf alle Kategorien.

[Grafische Darstellung der Ergebnisse des Funktionsscore:Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Bei einem Patienten/ einem Kniegelenk (1,8%) kommt ein Negativwert zustande. Die Begründung liegt darin, dass dieser Patient angibt keine Gehleistung mehr vollbringen zu können, demzufolge auch das Treppensteigen für ihn nicht möglich ist. Bis dahin kommen 0 Punkte in der Bewertung zusammen. Als dann noch der Gebrauch eines Rollators angegeben wird, welcher mit 20 Punkten abzüglich berechnet wird, ergeben sich in der Gesamtwertung –20 Punkte.

Die Punktzahl 70 ist am häufigsten erzielt: 12 Kniegelenke, 21,4%. Sogar 100 Punkte können bei 8 Kniegelenken (14,3%) erreicht werden.

Patienten die subjektiv Fragebögen beantworteten

Schmerz (Punkte)	50	45	40	30	20	10	0
Anzahl KG	13	6	13	9	3	4	2
% (gerundet)	26	12	26	18	6	8	4

Der gemittelte Wert nach der persönlichen Schmerzbeurteilung beläuft sich auf $36,2 \pm 1,98$ Punkte. Liegt also genau zwischen: „Schmerzen beim Treppensteigen“ (40 Punkte) und „Schmerzen beim Gehen und Treppensteigen“ (30 Punkte). Sowohl 0 Punkte (2 Kniegelenke, 4%), als auch 50 Punkte (13 Kniegelenke, 26%) wird von den Patienten als Einschätzung vorgenommen.

Funktion						
Gehleistung (Punkte)	50	40	30	20	10	0
Anzahl KG	8	7	14	14	7	0
% (gerundet)	16	14	28	28	14	0
Treppensteigen (Punkte)	50	40	30	15	0	
Anzahl KG	5	9	34	2	0	
% (gerundet)	10	18	68	4	0	

Nur das „Treppensteigen mit Geländer“ (30 Punkte) ist für die Mehrheit (34 Kniegelenke, 68%) machbar und für keinen unmöglich (0 Punkte). Ein ähnliches Ergebnis ist auch bei den klinisch untersuchten Patienten festzustellen.

Gehhilfen (Punkte)	20	10	5	0
Anzahl KG	11	0	13	26
% (gerundet)	22	0	26	52

26 (52%) der 50 versorgten Knie führen zu dem Ergebnis keine Gehhilfen notwendig zu haben (0 Punkte). 13mal (26%) wird ein Gehstock (5 Punkte) benutzt. 10 Patienten (11 Kniegelenke, 22%) der „subjektiven Fragebogen- Gruppe“ sind auf Unterarm-Gehstützen oder einen Rollator (20 Punkte) angewiesen.

Total (Punkte)	5	20	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
Anzahl KG	1	3	5	1	2	4	5	4	8	3	2	8	1	3
% (gerundet)	2	6	10	2	4	8	10	8	16	6	4	16	2	6

	≥90 Punkte sehr gut	89-90 Punkte gut	79-70 Punkte mäßig	<70 schlecht
Anzahl KG	4	8	2	36
% (gerundet)	8	16	4	72

72% also 36 der 50 Kniegelenke die zur Gruppe derer gehören, die die Fragebögen beantworteten, erreichen das Ergebnis „schlecht“ und bekommen im „Funktionsscore“ weniger als 70 Punkte. 4 Kniegelenke (8%) erzielen mindestens 90 Punkte, von maximal 100 möglichen Punkten.

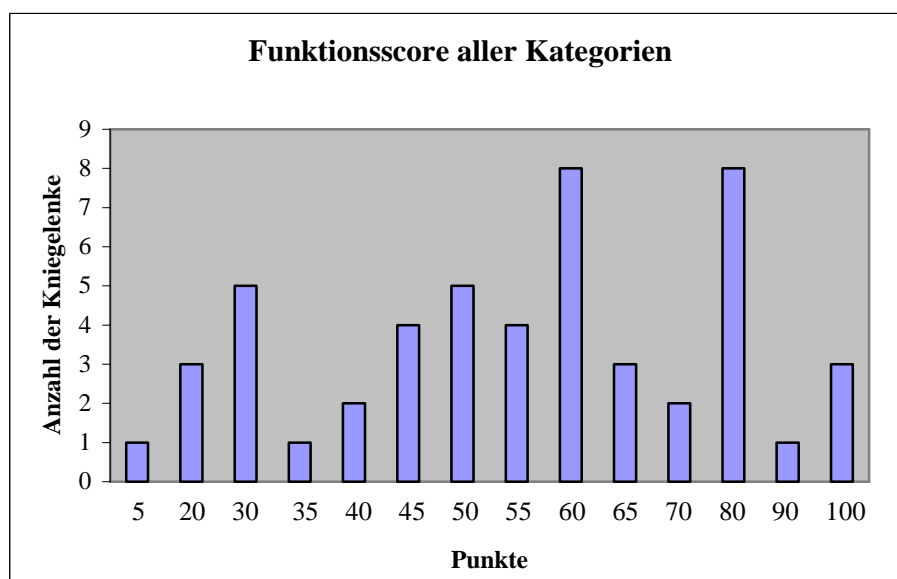


Abb.26

Grafische Darstellung des Funktionsscore bezogen auf alle Kategorien, von Patienten mit subjektiven Angaben.

[Grafische Darstellung des Funktionsscore „subjektiv“: Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Das Gesamtpunktespektrum im „Funktionsscore“ erstreckt sich von 5 bis 100 Punkte. 60 und 80 Punkte sind bei jeweils 8 Kniegelenken (16%) am häufigsten vertreten.

Klinisch untersuchte Patienten (gerundete Werte)

gerundete Werte	Anzahl KG	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardfehler
Schmerz	56	20	50	42,1	1,15
Bewegungsumfang	56	15	25	21,8	0,32
Stabilität anteroposterior	56	5	10	9,9	0,09
Stabilität mediolateral	56	10	15	14,4	0,22
Subtotal	56	60	100	88,1	1,28
Flexionskontraktur	56	0	15	5,4	0,81
Streckdefizit	56	0	15	3,3	0,46
Tibiofemoralwinkel	56	0	12	1,7	0,43
Subtotal	56	0	34	10,4	1,19
Total	56	40	100	77,8	1,96
Funktion Gehleistung	56	0	50	34,5	1,84
Funktion Treppensteigen	56	0	50	32,7	1,15
Subtotal	56	-20	100	66,8	2,84
Gehhilfen	56	0	20	3,2	0,99
Total	56	-20	100	63,9	3,29

Abb.27

Tabellarische Darstellung der statistischen Ergebnisse.

[statistische Ergebnisse aus SPSS]

Bei der Gruppe, die klinisch untersucht wurde, erkennt man anhand der Tabelle, dass ein gemittelter Punktwert, in der Kategorie „Schmerz und klinische Parameter“ („Kniescore“) von $77,8 \pm 1,96$ Punkten berechnet wird. $63,9 \pm 3,29$ Punkte ist der Totalwert in der Kategorie „Funktionen im Alltag“ („Funktionsscore“).

Einmal wird sogar ein negativer Totalwert, im Abschnitt „Funktionen im Alltag“ („Funktionsscore“), errechnet. Die Begründung liegt in einer Punktebewertung von 0 für „unfähig“ bzw. „unmöglich“, im Item „Treppensteigen und Gehleistung“. Jedoch besteht in diesem Fall eine Mobilität mit Unterarm-Gehstützen oder einem Rollator. Diese Einschätzung erfolgte von der Tochter des Patienten, welche als Internistin tätig ist.

Patienten die subjektiv Fragebögen beantworteten (gerundete Werte)

gerundete Werte	Anzahl KG	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardfehler
Schmerz	50	0	50	36,2	1,98
Funktion Gehleistung	50	10	50	29	1,81
Funktion Treppensteigen	50	15	50	33,2	1,08
Subtotal	50	25	100	62,2	2,54
Gehhilfen	50	0	20	5,7	1,13
Total	50	5	100	56,5	3,12

Abb.28

Tabellarische Darstellung der statistischen Ergebnisse.

[statistische Ergebnisse aus SPSS]

Kollationiert man die beiden Untersuchungsgruppen anhand dieser Tabellen, sieht man dass die klinisch untersuchte Gruppe bei der Frage zu „Schmerzen“ ein höheres, und somit besseres, Ergebnis erreicht. Die maximal zu erreichende Punktzahl ist 50 (keine Schmerzen) und 42,1 Punkte werden erzielt, dies nähert sich dem Wert 40 an und bedeutet: „Schmerzen beim Treppensteigen“. Statistisch wird das Schmerzempfinden, in der Gruppe derer die nur Fragebögen ausfüllten, sogar mit „starke Schmerzen“ beantwortet. Die Kategorie „Funktionen im Alltag“, also „Gehleistung und Treppensteigen“, wird in der klinisch untersuchten Gruppe sogar mit dem schlechtesten Ergebnis („unmöglich“ bzw. „unfähig“) notiert.

Letztlich schneidet die Gruppe der klinisch Untersuchten im „Funktionsscore“ knapp besser ab, denn für sie errechnet sich ein höherer gemittelter „Totalwert“ ($63,9 \pm 3,29$ Punkte).

3.2.2 Western Ontario and McMasters Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)

Im Folgenden wird der subjektive Fragebogen „WOMAC“ ausgewertet. 105 endoprothetisch versorgte Kniegelenke konnten ausgewertet werden. Ein Fragebogen wurde unvollständig ausgefüllt und wird deshalb nicht berücksichtigt.

Die Punktwerte ergeben sich aus einem vom Patienten bestimmten Punkt auf einer Likertskala. Die Skala umfasst 0 (Minimum) bis 4 Punkte (Maximum). Je höher die

erzielten Punkte, desto höher ist die Unzufriedenheit des Patienten. Weitere Erläuterungen hierzu finden sich im Kapitel 2.3.2.2.

Schmerz

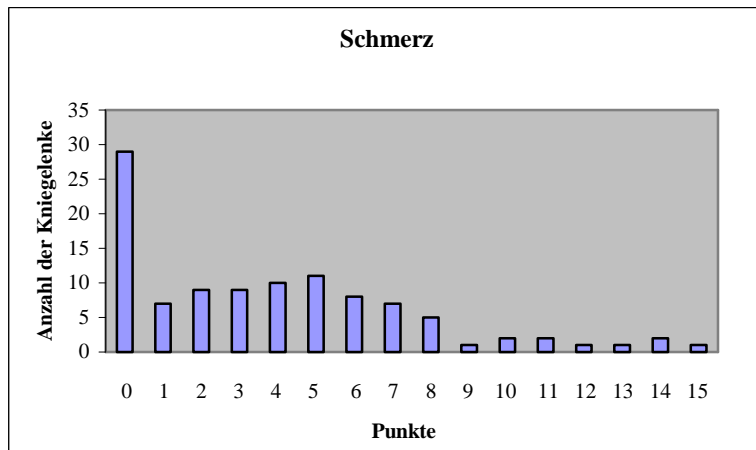


Abb.29

Grafische Darstellung der Ergebnisse bei der Kategorie „Schmerz“.
[Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Ein prägnantes Ergebnis zeigt sich bei 0 Punkten. Das Ergebnis, welches der höchsten Zufriedenheit entspricht, ist bei 29 Kniegelenken (27,6%) zu verzeichnen. Gefolgt an zweiter Stelle ergeben sich 5 Punkte bei 11 Kniegelenksendoprothesen (10,5%). Ein versorgtes Kniegelenk wird mit 15 Punkten in der Kategorie „Schmerz“ eingeschätzt und ist schließlich das Kniegelenk mit dem höchsten Schmerzpotential.

Steifigkeit

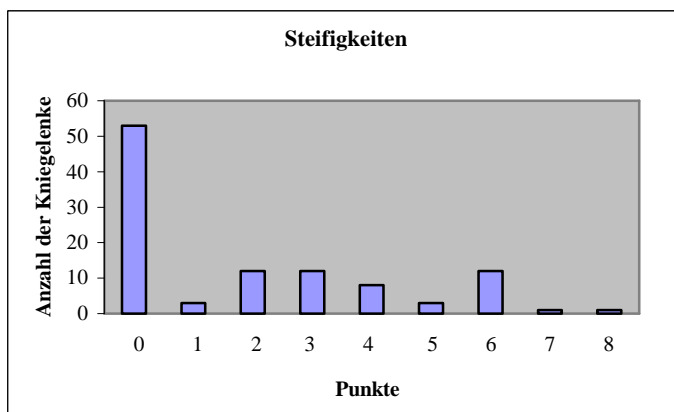


Abb.30

Grafische Darstellung der Ergebnisse bei der Kategorie „Steifigkeit“.
[Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

50,5% (53 Kniegelenke), also mehr als die Hälfte der statistisch erfassten Kniegelenke, haben keine Steifigkeiten im operierten Knie. Das schlechteste Ergebnis der Kategorie „Steifigkeit“ sind 8 Punkte und betrifft einen Patienten.

Funktion des täglichen Lebens

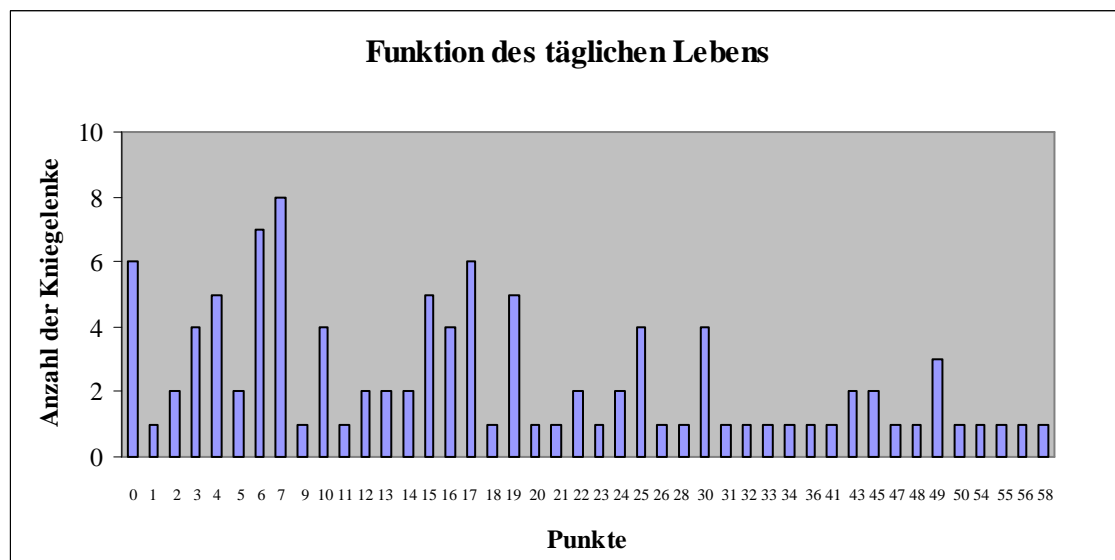


Abb.31

Grafische Darstellung der Ergebnisse bei der Kategorie „Funktionen des täglichen Lebens“.
[Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Eine vergleichsweise homogene Punktevergabe ist in der Kategorie „Funktionen des täglichen Lebens“ ersichtlich. Am häufigsten ergeben sich 8 Punkte (7,6%). Das schlechteste Ergebnis erreicht ein Patient mit 58 Punkten.

Gesamt

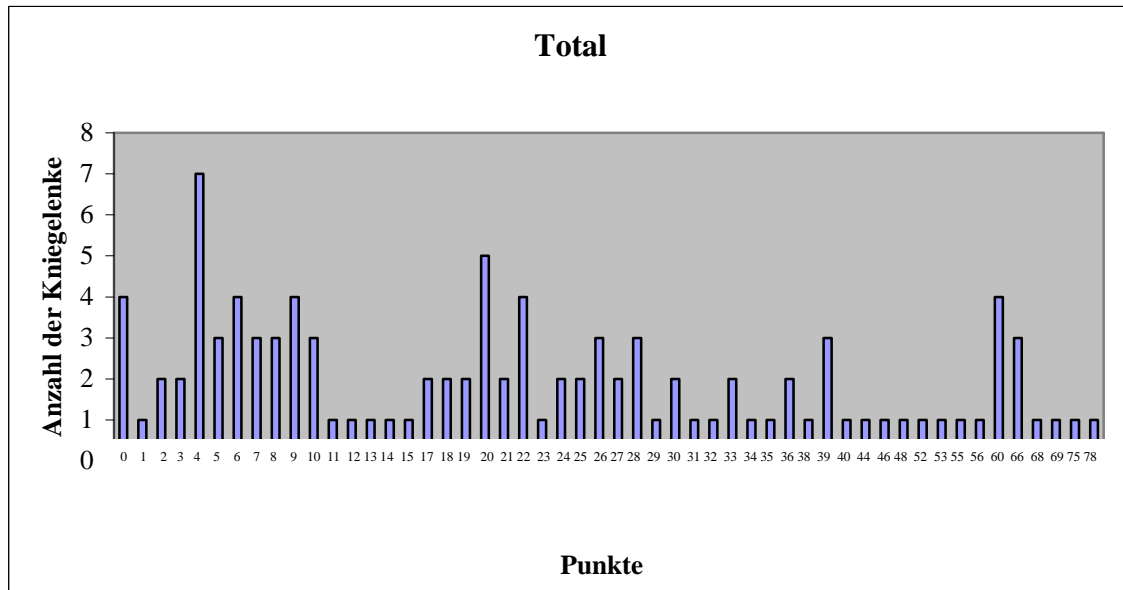


Abb.32

Grafische Darstellung der Ergebnisse des WOMAC bezogen auf alle Kategorien.
[Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Die höchste Punktzahl (0 Punkte) erreichen 4 (3,8%) endoprothetisch versorgte Kniegelenke, bei denen keine Probleme oder Schmerzen bestehen. 78 Punkte ist die am höchsten erreichte Punktzahl bei einem Patienten. Am häufigsten werden bei 7 Kniegelenken (6,7%) 4 Punkte erzielt.

gerundete Werte	Anzahl KG	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardfehler
Schmerz	105	0	15,0	3,8	0,36
Steifigkeit	105	0	8,0	1,9	0,22
Funktion des täglichen Lebens	105	0	58	19	1,49
Gesamt	105	0	78	24,4	1,94

Abb.33

Tabellarische Darstellung der statistischen Ergebnisse.
[statistische Ergebnisse aus SPSS]

Den niedrigsten Mittelwert hat der Parameter „Steifigkeit“. Die aus 2 Fragen bestehende Kategorie ergibt im Mittel $1,9 \pm 0,22$ Punkte und betrifft das Auftreten unwesentlicher Steifigkeiten am Morgen bzw. nach dem Sitzen oder Aufstehen. Dementsprechend scheinen die „Funktionen des täglichen Lebens“ problematischer zu sein, denn es ergibt sich der schlechteste Mittelwert mit $19 \pm 1,49$ Punkten. Stellt man diesen Wert aber 58 Punkten gegenüber, also dem höchsten Punktwert den man in der

Kategorie „Funktionen des täglichen Lebens“ erreichen kann, ist die subjektive Einschätzung der Patienten nach der Knieoperation äußerst zufriedenstellend. In der Gesamtbetrachtung würde der schlechteste implizierte Wert des „WOMAC“ theoretisch 96 Punkte betragen. Somit platziert sich der gemittelte Gesamtwert von $24,4 \pm 1,94$ Punkte im oberen Drittel des möglichen besten Ergebnisses.

3.2.3 Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Der den WOMAC-Score erweiternde KOOS-Score wird im folgenden Abschnitt ausgewertet. Der aus 5 Subskalen bestehende KOOS soll vor allem das Empfinden der vorangegangenen Woche beschreiben. Details zur Auswertung und Erläuterungen werden im Abschnitt 2.3.2.3 beschrieben. Es werden 104 Kniegelenke zugrundegelegt. Da unterschiedliche Mittelwerte und Streuungen erzielt werden, verbessert eine Transformation die Vergleichbarkeit von Messwerten. Dabei werden die Verhältnisse der Messwerte zueinander nicht verändert, lediglich werden Skalenwerte in eine andere Skala überführt.[15,16,19,45,67,82]

Schmerz

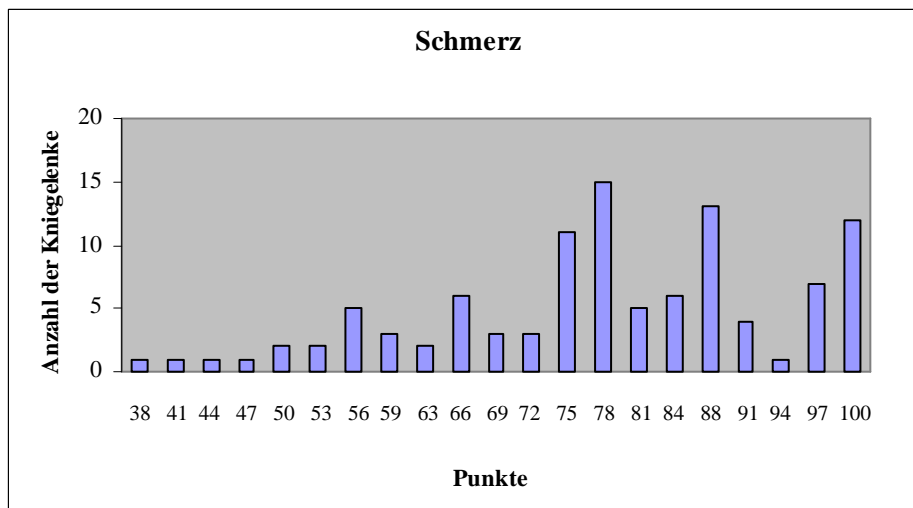


Abb.34

Grafische Darstellung der Ergebnisse der Subskala „Schmerz“.
[Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

In der Subskala „Schmerz“ beurteilt 1 Patient sein operiertes Kniegelenk mit 38 Punkten, demzufolge das schlechteste Ergebnis. Mit 78 Punkten werden 14,4% (15

Kniegelenke) der Kniegelenksprothesen bewertet und entspricht dem häufigsten Ergebnis. Das Maximum von 100 Punkten wird 12 mal (entspricht 11,5%) erzielt.

Symptome

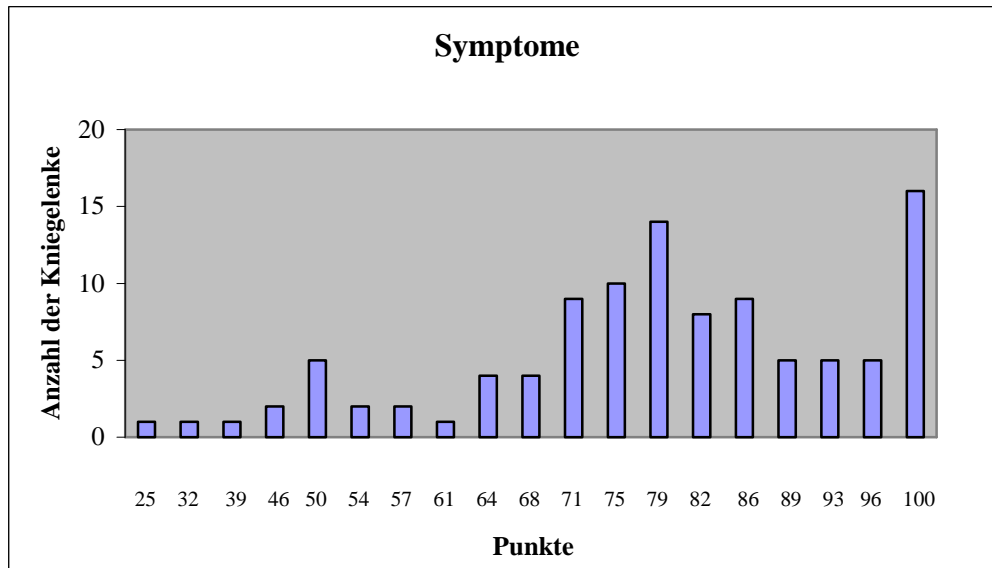


Abb.35

Grafische Darstellung der Ergebnisse der Subskala „Symptome“.

[Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Weder ein Klicken/ Schnappen, noch eine Schwellung oder Streck- und Beugeeinschränkungen werden bei 16 (15,4%) Kniegelenken festgestellt. Diese maximalen 100 Punkte in der Subskala „Symptome“ sind das am häufigsten erzielte Ergebnis. Zudem sind sowohl 75 (10%), als auch 79 (14%) Punkte auffällig häufig. Hingegen ist der minimalste Wert 25 Punkte, der auf ein Kniegelenk zutrifft.

Funktion des täglichen Lebens

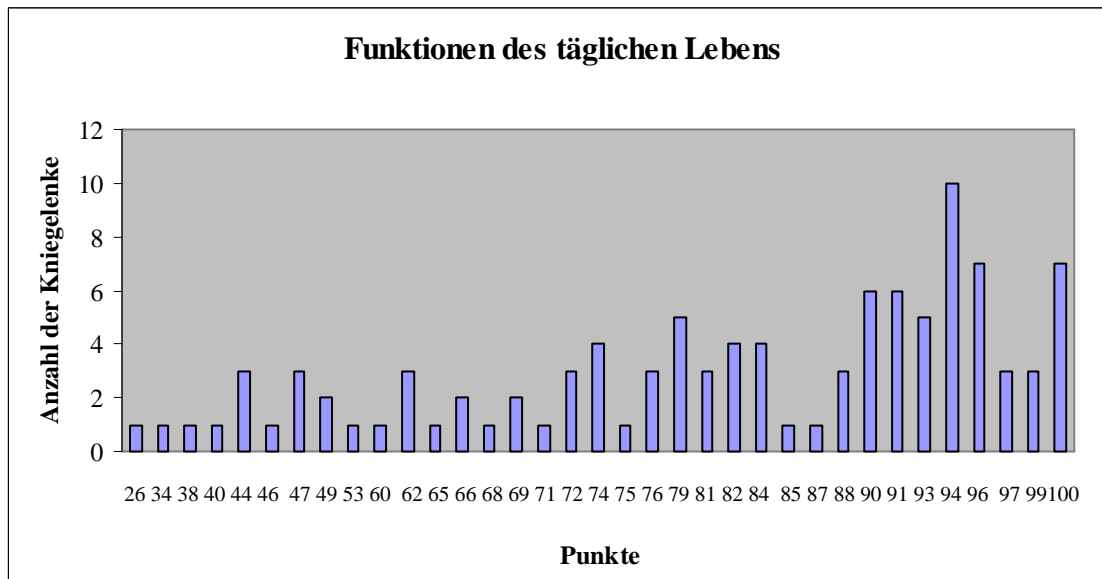


Abb.36

Grafische Darstellung der gerundeten Ergebnisse aus der Subskala „Funktionen des täglichen Lebens“. [Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Die Subskala „Funktionen des täglichen Lebens“ enthält die meisten Fragen, dabei wird ein Kniegelenk mit 26 Punkten am schlechtesten bewertet. Anhand des Verlaufs des Säulendiagrammes ist ein dominanter Anstieg ab 90 Punkten zu erkennen, also des letzten Viertels der maximalen Punktzahl. 94 Punkte ergeben sich am häufigsten bei insgesamt 10 (entspricht 9,6%) Kniegelenken. Das Maximum an Punkten (100 Punkten) erzielen 7 (6,7%) Knieendoprothesen.

Funktionen beim Sport

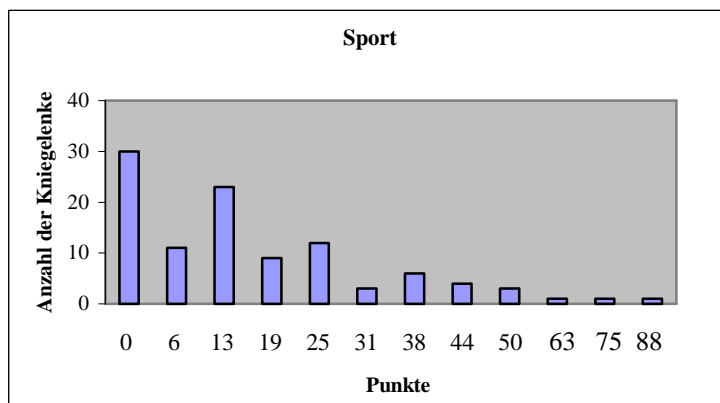


Abb.37

Grafische Darstellung der gerundeten Ergebnisse aus der Subskala „Sport“. [Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Das Säulendiagramm zeigt, dass mehr als die Hälfte der Untersuchten (85 Kniegelenke) keinen Sport ausüben. Schließlich liegen die meisten subjektiven Einschätzungen im unteren Viertel der Punkteskala. Das schlechteste und gleichzeitig niedrigste Ergebnis, dass in „Funktionen beim Sport“ erzielt wird bzw. errechnet wird, ist 0 Punkte (30 Kniegelenke, 28,8%).

Beim Vergleich der einzelnen Subskalen fällt auf, dass dies das eindeutigste Ergebnis ist. Denn in keiner anderen Kategorie haben so viele endoprothetisch versorgte Kniegelenke ein und den selben Punktwert erhalten.

Ein Patient schätzt sein Kniegelenk mit 88 Punkten ein.

Lebensqualität

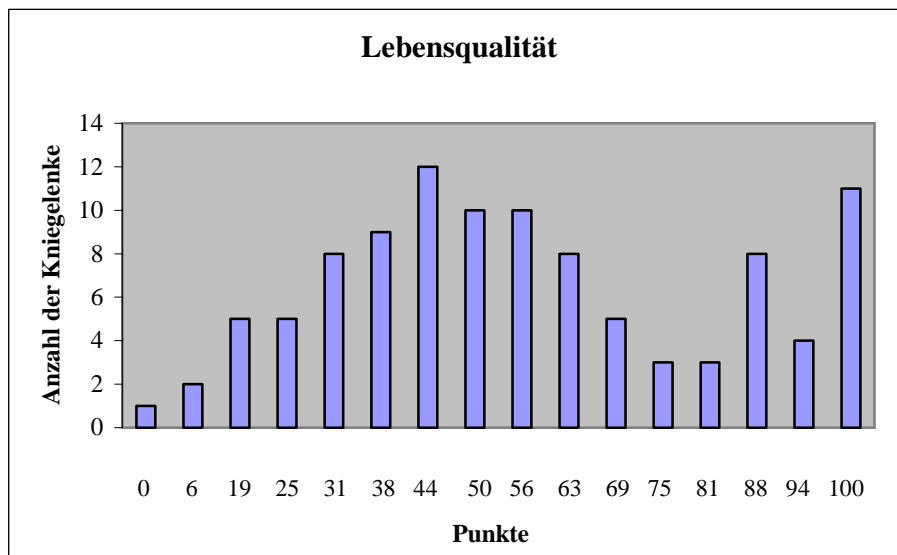


Abb.38

Grafische Darstellung der gerundeten Ergebnisse aus der Subskala „Lebensqualität“. [Excel-Diagramm erstellt aus den statistischen Ergebnissen aus SPSS.]

Die Kurve weist einen wellenförmigen Verlauf auf: gegen Mitte der Punktwerte ein Anstieg, dann ein Abfall und zum Ende ein erneuter Anstieg. Mittig findet sich die am häufigsten erreichte Punktzahl von 44 (12 Kniegelenke, 11,5%). „Keine Einschränkung der Lebensqualität“ (100 Punkte) ergeben sich für 11 operierte Kniegelenke (10,6%). 0 Punkte ergeben sich für ein Kniegelenk. Schließlich ist erkennbar, dass die Knieoperation kein einschneidendes Ereignis im Leben der Patienten ist und somit keine wesentlichen Einschränkungen in der Lebensqualität zur Folge hat.

gerundete Werte	Anzahl KG	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardfehler
Schmerz	104	38	100	78	1,49
Symptome	104	25	100	79	1,62
Funktion des täglichen Lebens	104	26	100	80	1,76
Funktionen beim Sport	104	0	88	16	1,70
Lebensqualität	104	0	100	57	2,54
Gesamt	104	32	94	71	1,46

Abb.39

Tabellarische Darstellung der statistischen Ergebnisse.
[statistische Ergebnisse aus SPSS]

Mit $80 \pm 1,76$ gemittelten Punkten resultiert die Subskala „Funktion des täglichen Lebens“ knapp mit dem besten Ergebnis. Wohingegen die Einschätzungen der Patienten gegenüber „Funktionen beim Sport“ heftige Probleme bereitet und weit abgeschlagen den schlechtesten Mittelwert ergibt.

In der Subskala „Schmerz“ ist das niedrigste Ergebnis 38 Punkte, aber vergleichend zu den anderen Kategorien das „beste Minimum“.

3.2.4 Short Form- 36 Health Survey Scoring Demonstration (SF- 36)

Im Abschnitt 2.3.2.4 wird der SF- 36 beschrieben. Im folgenden werden die Werte von 106 Kniegelenken tabellarisch dargestellt. 100 Punkte stellen keine und 0 Punkte extreme Probleme dar.

Die Transformation oder Standardisierung bewirkt eine bessere Vergleichbarkeit von Messwerten mit unterschiedlichen Mittelwerten, beziehungsweise verschiedenen Streuungen. Letztlich werden Skalenwerte in eine andere Skala überführt, aber die Verhältnisse der Messwerte zueinander nicht verändert.[15,16,19,45,67,82]

gerundete Werte	Anzahl KG	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardfehler
KöFu	106	0	100	51	2,14
KöRo	106	0	100	52	2,82
Schm	106	0	100	61	3,18
Ages	106	20	100	49	1,57
körperlicher Summenscore	106	12	100	51	1,81
Vita	106	19	100	61	1,89
SoFu	106	13	100	82	2,37
EmRo	106	8	100	72	2,64
Psyc	106	31	100	67	1,69
seelischer Summenscore	106	27	98	69	1,72
Veränderung der Gesundheit	106	0	100	76	2,67

Abb.40

Tabellarische Darstellung der statistischen Ergebnisse.
[statistische Ergebnisse aus SPSS]

Der „allgemeine Gesundheitszustand“ (Ages) erreicht mit $49 \pm 1,57$ Punkten das niedrigste, gemittelte Ergebnis. Stattdessen wird die „soziale Funktionsfähigkeit“ (SoFu, $82 \pm 2,37$ Punkte) durch die Knieendoprothese nicht wesentlich beeinflusst. Im Minimum wird die niedrigste Punktzahl in den Dimensionen „Körperliche Funktion“ (KöFu), „Körperliche Rollenfunktion“ (KöRo) und „Schmerzen“ (Schm) erzielt.

In jeder der acht Dimensionen werden Kniegelenke mit der maximalen Punktzahl (100 Punkte) subjektiv eingeschätzt und beschrieben (entspricht keiner Beeinträchtigung). Im Mittelwert werden im „seelischen Summenscore“ ($69 \pm 1,72$ Punkte) ein besseres Ergebnis erreicht, als im „körperlichen Summenscore“ ($51 \pm 1,81$ Punkte). Der „körperliche Summenscore“ ergibt im Maximum 100 Punkte. Ein vergleichbar gutes Resultat zeigt sich im „seelischen Summenscore“ mit 98 Punkten.

Die Frage nach der „Veränderung des Gesundheitszustandes“ verglichen mit dem präoperativen Befund wird gemittelt mit $76 \pm 2,67$ Punkten bewertet und ist so knapp im oberen Viertel des Punktebereiches platziert. Dabei werden in transformierter Form ein Minimum von 0 und ebenso ein Maximum von 100 Punkten den einzelnen Kniegelenken zugesprochen. Die „Veränderung der Gesundheit“ stellt in den folgenden Korrelationen eine wichtige Funktion dar, denn diese ist ein Maß für die „postoperative Zufriedenheit“.

In der folgenden Tabelle wird noch einmal die prozentuale Verteilung der Antworten zur „Veränderung des Gesundheitszustandes“ (Frage 2 SF-36) dargestellt.

	viel besser	etwas besser	genauso wie vorher	etwas schlechter	viel schlechter
Anzahl	46	33	14	10	3
Prozent (gerundet)	43,4	31,1	13,2	9,4	2,8

Abb.41

Tabellarische Darstellung der von den Patienten ausgewählten Antwortmöglichkeiten zur „Veränderung des Gesundheitszustandes“ (Frage 2 SF-36).

[statistische Ergebnisse aus Excel]

Fast die Hälfte (43,4%) der endoprothetisch versorgten Kniegelenke schätzen ihren aktuellen Gesundheitszustand als „viel besser“ im Vergleich zur präoperativen Situation ein. Zudem kann man einen kontinuierlichen, prozentualen Abfall der Antworthäufigkeiten zum verschlechterten Gesundheitszustand erkennen. 2,8% der untersuchten Kniegelenksendoprothesen würden ihr gesundheitliches Befinden als „viel schlechter“ beschreiben.

3.2.5 Allgemeine Röntgenanalyse

3.2.5.1 Stellung von Femur und Tibia

Insgesamt konnten 53 röntgenologisch befundete Knie- TEPs statistisch ausgewertet werden. Das entspricht 41 Patienten, die sich bereit erklärten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Aufnahmen anfertigen zu lassen oder aktuelle Röntgenbilder vom behandelnden Orthopäden mitbrachten.

Die auf den Röntgenbildern vermessenen Winkel wurden mit standardisierten Richtwerten verglichen.

Der sich aus Kondylentangente und Femurlängsachse gebildete Femuralwinkel α in a.p. Projektion, beträgt 93-97°.[128]

93,7°±0,31 ergab sich gemittelt in der Nachuntersuchung und liegt im Toleranzbereich des Femurteilwinkels.

87-93° ist das Intervall des Tibiateilwinkels β , der sich aus der Tibiaendoprothesenposition und der Tibialängsachse, ebenfalls im anteroposterioren Strahlengang, ermitteln lässt.[128]

Der statistische Mittelwert betrug 89,8°±0,15 und weicht nicht vom Toleranzbereich ab.

2,8°±0,3 war der Mittelwert des Femurbeugewinkels γ und ist vergleichend zum Richtwert ±4° statistisch nicht auffällig. Der Femurbeugewinkel (γ) beschreibt die laterale Ausrichtung der Femurkomponente zur Längsachse des Femur.

Der Tibiawinkel δ errechnet sich aus der Position des Tibiaendoprothesenteils und der Tibialängsachse in lateraler Projektion.[128]

85-90° ist das Orientierungsintervall und in der Nachuntersuchung ergab sich ein Mittelwert von $89,9^\circ \pm 0,24$, der sich gerade noch im Toleranzbereiches befindet.

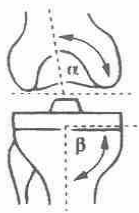


Abb.42

a.p.-Projektion

Ausrichtung der Femur-Komponente α 93-97°

Ausrichtung der Tibia-Komponente β 87-93°

Femorotibiale Beinachse Varus/Valgus

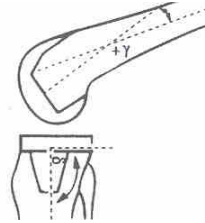


Abb.43

Lateralprojektion

Femurbeugewinkel $\gamma \pm 4^\circ$

Tibiawinkel δ 85 - 90°

[Rössner, A.(2006): Änderung der Aktivität und der Lebensqualität nach Implantation eines bikondylären Oberflächenersatzes bei Gonarthrose, Inaugural-Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, S. 32.]

in Grad ° (gerundet)	Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardfehler
Femurteilwinkel α	53	89	97,8	93,7	0,31
Tibiarteilwinkel β	53	87,2	93	89,8	0,15
Femurbeugewinkel γ	53	0,2	10,7	2,8	0,3
Tibiawinkel δ	53	80	92,2	89,9	0,24
mechanische Achse	53	0	8,6	4	0,33

Abb.44

Tabellarische Darstellung der statistischen Ergebnisse.

[statistische Ergebnisse aus SPSS]

Der Tibiofemoralwinkel oder die mechanische Achse wurde in der Nachuntersuchung klinisch nach Abweichungen kontrolliert (Knie Society Score) sowie radiologisch ermittelt.

Röntgenologisch definiert er sich aus dem Winkel ($\pm 3,5^\circ$) zwischen der mechanischen Femurachse von der Kniegelenksmitte zum Hüftkopfbereich und der Tibiaschaftachse zum Sprunggelenksmittelpunkt.[78]

Knapp über die Hälfte (51%) der geröntgten Knieendoprothesen hatten einen Tibiofemoralwinkel von $0-3,5^\circ$ und entsprechen einer idealen Ausrichtung der Gelenk-Komponenten. Die mechanische Achse in Varusstellung würde einen negativen Wert ergeben. Keiner der 53 ausgewerteten künstlichen Kniegelenke wies einen röntgenologischen Varus auf.

Tibiofemoralwinkel in Grad °	Anzahl	Prozent (gerundet)
3,6-9	26	49
0-3,5	27	51

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ergab sich bei allen Knieendoprothesen ein achsgerechter Sitz. 49% der Kniegelenke wiesen einen 3,6-9° Tibiofemoralwinkel auf, der den Normbereich zwar übersteigt, aber ein akzeptables Ergebnis darstellt.

3.2.5.2 Aufhellungssäume

53 radiologisch dokumentierte Kniegelenke konnten zur Auswertung der Tibiakomponente herangezogen werden.

Ein Tibiateil wurde zementiert.

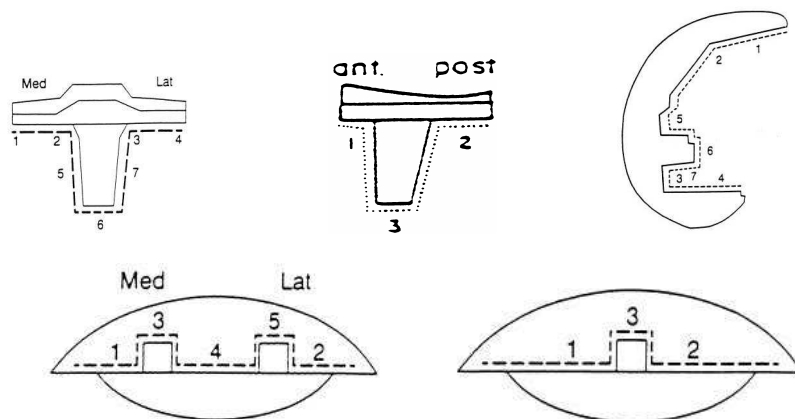


Abb.45

Aufteilung der Gelenk-Komponenten in Zonen zur Beurteilung des Interfaces.

[Ewald, F.C.(1989): The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System, Clin Orthop Relat Res 248 Nov. 1989, S. 9-12.]

Insgesamt zeigten in der a.p.-Projektion 4 Tibiakomponenten eine mögliche Lockerung, also einen Aufhellungsraum von weniger als 2mm. Die zementierte Tibiakomponente war in der Zone 1 auffällig. 2-mal Zone 3, 1-mal Zone 4 und 1-mal Zone 5 waren weniger als 2mm aufgeheilt. Ein Oberflächenersatz der Tibia war in Zone 3 und 4 aufgeheilt.

In der Lateralaufnahme konnte man Auffälligkeiten 6-mal in Zone 1 (davon wies eine Tibiakomponente einen Spalt von 2mm Breite auf; dementsprechend konnte man von einer wahrscheinlichen Lockerung ausgehen), 2-mal in Zone 2 sowie 3-mal in Zone 3 beobachten. Der zementierte tibiale Oberflächenersatz war auch in dieser Aufnahme kritisch zu betrachten, denn in Zone 1 und 3 waren eine Aufhellung zu erkennen. Bei einer Komponente eines Patienten ergaben sich Aufhellungen in allen 3 Zonen, jedoch

unter 2mm. Schlussendlich war bei 9 Tibia-Komponenten ein Aufhellungssaum des Interfaces zu erkennen. Zwei Tibiakomponenten, eine davon zementfixiert, zeigten sowohl in der a.p.-, als auch in der Lateralprojektion einen aufgehellten Saum von weniger als 2mm.

Für die röntgenologische Auswertung, im lateralen Strahlengang, konnten 53 Femurkomponenten statistisch ausgewertet werden. Eine Femur-Komponente wurde mit Zement implantiert, war aber radiologisch unauffällig. Insgesamt ergaben sich bei 4 Femur-Komponenten eine mögliche bis wahrscheinliche Lockerung. Zone 1 war 2-mal, Zone 2 3-mal und Zone 3 war 1-mal betroffen. Bei einer Femur-Komponente war an zwei Zonen(2 und 3) ein Saum unter 2mm erkennbar. Ein 2mm breiter Aufhellungssaum war bei einer Femur-Komponente zu erkennen.

Es wurde bei 6 Endoprothesenversorgungen ein zementfixierter Retropatellarersatz vorgenommen. Alle zeigten im lateralen Röntgenbild röntgendichte Bereiche zwischen Implantatoberfläche und Knochen, dementsprechend kein Hinweis auf eine Lockerung.

Femorale und tibiale Implantatkomponenten waren bei zwei künstlichen Kniegelenken auffällig.

7,5% der Femur-, 17% der Tibiakomponenten wiesen Aufhellungslinien auf, diese betrafen in einem Fall gleichzeitig Femur- und Tibia-Komponente.



Abb.46



Abb.47

Abb.46 und 47: Röntgenaufnahmen einer zementfreien rechtsseitigen CPR-Knietotalendoprothese mit retropatellaren Gelenkflächenersatz und jeweils unauffälligem Interface ($\alpha=96^\circ$; $\beta=89,9^\circ$; $\gamma=1,8$; $\delta=90,6^\circ$).

[Röntgenbild (a.p./lat.) vom 23.09.2009 zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung: mit einem GE-Healthcare Röntgengerät und der passenden Software Centricity DICOM Viewer 3.1.1 aufgenommen.]



Abb.48



Abb.49

Abb.48 und 49: Röntgenaufnahmen einer posterior stabilisierten CPR-Knie totalendoprothese im Bereich des rechten Kniegelenkes mit zementierter Tibiakomponente. Auffällig sind Aufhellungssäume unter 2mm in der a.p.-Projektion Zone 1 und in der lateralen Darstellung Zone 1 und 2.

[Röntgenbild (a.p./lat.) vom 21.09.2009 zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung; mit einem GE-Healthcare Röntgengerät und der passenden Software Centricity DICOM Viewer 3.1.1 aufgenommen.]

3.2.5.3 Korrelation

Des weiteren wurden Vergleiche mit den definierten Winkeln und den aufgeteilten Arealen der einzelnen Komponenten in den verschiedenen Projektionen mit den Parametern BMI prä- und postoperativ, Zufriedenheit, Komplikationen und einer vorangegangenen TKKO vorgenommen.

Aus dieser Statistik mit 53 Fällen geht hervor, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen Probanden mit dem BMI zum Femurbeugewinkel γ (± 4) gibt ($r=0,351$, $p=0,010$). Je höher der BMI der Patienten vor der Operation war, desto größer ist auch der radiologische Femurbeugewinkel γ .

Zudem wird deutlich, dass eine marginal signifikante Verbindung zwischen vorangegangener TKKO und dem Femurbeugewinkel γ besteht ($N=53$, $r=-0,269$, $p=0,051$).

Es kann festgestellt werden, dass der Femurbeugewinkel γ bei Patienten mit vorangegangener TKKO größer ist im Vergleich zu Patienten, bei denen keine TKKO durchgeführt wurde.

Beim Vergleich der Zufriedenheit mit dem Tibiawinkel δ ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang ($N=53$, $r=0,366$, $p=0,007$). Wurde also radiologisch ein hoher Tibiawinkel δ gemessen, das Maximum lag bei $92,2^\circ$ und das Orientierungsintervall bei $85-90^\circ$, sind die

Patienten mit dem Operationsergebnis zufrieden. Sie sehen das Operationsresultat als Verbesserung des gesundheitlichen Zustandes. Ebenso betrachten Patienten, die keine Aufhellungen in lat. Projektion des Tibiateils aufweisen, ihr Operationsergebnis als gewinnbringend für ihre Gesundheit und sind zufriedener als Patienten mit aufgehelltem Prothesen-Knochen-Interface. Es stehen also Zufriedenheit und Aufhellung des Tibiateils in lateraler Projektionsrichtung in einem signifikanten Zusammenhang ($N=53$, $r=0,297$, $p=0,031$).

3.3 Korrelationen

3.3.1 Zufriedenheit

	Zufriedenheit
KSS	
Schmerz	*
Bewegungsumfang	*
Stabilität_anteroposterior	
Stabilität_mediolateral	
Flexionskontraktur	*
Streckdefizit	*
Tibiofemoralwinkel	
Funktion_Gehleistung	*
Funktion_Treppensteigen	*
Gehhilfen	
Schmerz	*
Funktion_Gehleistung	
Funktion_Treppensteigen	*
Gehhilfen	
WOMAC	
Schmerz	*
Steifigkeit	*
Funktion des täglichen Lebens	*
KOOS	
Schmerz	*
Symptome	*
Funktion des täglichen Lebens	*
Funktionen beim Sport	*
Lebensqualität	*
SF- 36	
seelischer Summenscore	*
körperlicher Summenscore	*

Abb.50

Ergebnisse der Korrelation „Zufriedenheit“ in tabellarischer Darstellung.

* Signifikanz ($p<0,05$)

* marginale Signifikanz ($p\leq 0,1$)

Um die Patientenzufriedenheit bzw. die Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis bestimmen zu können, wurde Frage „2“ im „SF- 36“ herangezogen: „Im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Operation, wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand jetzt beschreiben?“. Es gab fünf Antwortmöglichkeiten zur Auswahl: „viel besser“, „etwas besser“, „genauso wie vorher“, „etwas schlechter“ und „viel schlechter“. Punkte von 1-5 konnten vergeben werden. Je höher diese, desto höher war die Zufriedenheit der Befragten.

56 Kniegelenke konnten klinisch nachuntersucht werden. Eine hohe Bewertungszahl im „Knee Society Scores“ in den Bereichen „Schmerzen“, „Bewegungsumfang“, „Gehleistung“ und „Treppensteigen“ bedeuten Beschwerdefreiheit oder nur wenig Probleme. Schließlich ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit mit „Schmerzen“ ($r=0,340$, $p=0,010$), „Bewegungsumfang“ ($r=0,377$, $p=0,004$) und „Gehleistung“ ($r=0,322$, $p=0,012$) des KSS. Resultierend entspricht das einer hohen Zufriedenheit beim postoperativen Gesundheitsempfinden (hohe Punktebewertung), wenn dementsprechend keine oder geringe „Schmerzen“, ein hoher „Bewegungsumfang“ und eine höhere „Gehleistung“ möglich sind, wohingegen eine Unzufriedenheit gegenteilige Ergebnisse hervorbringt. Ein marginal signifikanter Kontext lässt sich zwischen der Zufriedenheit und dem „Treppensteigen“ ($r=0,255$, $p=0,058$) des KSS ermitteln. Beim „Treppensteigen“ bedeutet eine schmerzfreie Bewältigung eine hohe Zufriedenheit. Liegt darin allerdings ein beschwerliches Hindernis, ist die postoperative Gesundheitseinschätzung negativ.

Niedrige Punkte oder eine Nullbewertung implizieren im KSS bei der „Flexionskontraktur“ und dem „Streckdefizit“ sowie den „Gehhilfen“, keine oder kleine Abstriche in der postoperativen Mobilität. Hierfür ergibt sich eine signifikante Beziehung zwischen der Zufriedenheit und der „Flexionskontraktur“ ($r=-0,291$, $p=0,030$), dem „Streckdefizit“ ($r=-0,334$, $p=0,012$) oder den „Gehhilfen“ ($r=-0,434$, $p=0,001$). Eine hohe Zufriedenheit entspricht fehlenden oder nur gering ausgeprägten „Flexionskontrakturen“, „Streckdefiziten“ und dem Nichtgebrauch von „Gehhilfen“ und somit eine Unzufriedenheit wenn Bewegungs- und Mobilitätseinschränkungen vorhanden sind.

Auch die Gruppe der Patienten, die die Fragebögen (N=50) von zu Hause beantworteten zeigen statistisch verwertbare Ergebnisse im KSS „Schmerz“ und „Funktion Treppensteigen“ und festigen einige Resultate der klinisch untersuchten Gruppe. Ein

signifikanter Zusammenhang zwischen Patientenzufriedenheit und postoperativer Gesundheitseinschätzung liegt ebenso vor. Eine hohe Punktzahl entspricht einem zufrieden stellenden gesundheitlichen Zustand, wenn keine oder eine gelegentliche/geringe Schmerzproblematik ($r=0,325$, $p=0,021$) bestehen und das Treppensteigen ($r=0,407$, $p=0,003$) beschwerdefrei oder mit Hilfe des Geländers abwärts problemlos zu bewältigen ist.

Für die Auswertung des WOMAC konnten 105 Fragebögen/Knieendoprothesen bewertet werden. Ergeben sich niedrige Punktzahlen in den einzelnen Teilbereichen, entspricht dies einer hohen Zufriedenheit. Somit ergibt die Pearson Korrelation aus der zweiten Frage des „Short Form-36 Health Survey Scoring Demonstration“ (Patientenzufriedenheit) signifikante Zusammenhänge mit dem Teilbereich „Schmerz“ ($r=-0,252$, $p=0,009$), der „Steifigkeit“ ($r=-0,216$, $p=0,027$) sowie der „Funktion des täglichen Lebens“ ($r=-0,345$, $p=0,000$). Ist diese gesundheitliche Einschätzung nach der Knieoperation „viel oder etwas besser“ schließt das auf keine/geringe Schmerzproblematik, fehlende Morgensteifigkeit und gute Beweglichkeit sowie beschwerdefreie Aktivitäten des täglichen Lebens.

104 Fragebögen konnten für den KOOS bewertet werden. „Extreme Probleme“ ergeben niedrige Bewertungszahlen, dagegen „Beschwerdefreiheit“ hohe bis maximal 100 Punkte. In allen 5 Teilbereichen: „Schmerz“ ($r=0,382$, $p=0,000$), „Symptome“ ($r=0,417$, $p=0,000$), „Funktion des täglichen Lebens“ ($r=0,349$, $p=0,000$), „Funktionen beim Sport“ ($r=0,221$, $p=0,024$) und „Lebensqualität“ ($r=0,370$, $p=0,000$) ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang, vergleichend mit der Zufriedenheitseinschätzung. Schmerzfreie Kniegelenke beim Strecken, Beugen, Stehen oder Gehen auf ebenem Boden ergeben eine hohe postoperative Zufriedenheit. Kniegelenksendoprothesen ohne „Klicken“ oder Krepitation, voll streckbar und mit zufrieden stellender Beugung, drückt das für den Patienten ein positives Empfinden zur postoperativen Gesundheit aus. Können die Aufgaben des täglichen Lebens erledigt werden, stellt auch das eine höhere Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis dar. Für die meisten Patienten sind sportliche Aktivitäten, wie Rennen und Hüpfen postoperativ undenkbar und die Betroffenen äußern sich demzufolge auch unzufrieden gegenüber ihrer gesundheitlichen Qualität. Entsprechend der KOOS-„Lebensqualität“ hat die endoprothetische Versorgung des Kniegelenkes keinen nennenswerten Einfluss auf das Leben der Patienten.

Der „SF-36“ besteht aus zwei Summenscores: dem seelischen und dem körperlichen. Die „Körperliche Funktionsfähigkeit“, die „Körperliche Rollenfunktion“, die „Schmerzen“ und der „Allgemeine Gesundheitszustand“ bilden den „körperlichen Summenscore“. Die „Vitalität und körperliche Energie“, die „Soziale Funktionsfähigkeit“, die „emotionale Rollenfunktion“ und die „Seelische Funktionsstörung“ ergeben den „Seelischen Summenscore“. Werden maximal 100 Punkte erreicht, heißt das dass keine Beschwerden vorhanden sind. Insgesamt konnten 105 Kniegelenksendoprothesen/ Fragebögen statistisch ausgewertet werden. Sowohl im „körperlichen Summenscore“ ($r=0,415$, $p=0,000$) als auch im „seelischen Summenscore“ ($r=0,299$, $p=0,018$) ergibt sich ein signifikanter Kontext mit der Zufriedenheit. Sind die Patienten durch ihre Kniegelenksimplantation sozial und zwischenmenschlich nicht eingeschränkt oder psychisch nicht angespannt/erschöpft bzw. empfinden sie die vorangegangene Knieoperation als gewinnbringend für ihr Leben oder die Gesundheit, so ergibt sich auch eine verbesserte, subjektive Beurteilung des Gesundheitszustandes im Vergleich zur präoperativen Situation. Wird der „körperliche Summenscore“ positiv bewertet, somit eine hohe Punktzahl, sieht auch hier der Patient das Operationsergebnis als gesundheitliche Verbesserung. Je höher diese Zufriedenheit ist, desto besser können Aktivitäten des täglichen Lebens und berufliche Situationen bewältigt werden und weder die Bewegungsabläufe noch der Zeitaufwand müssen an die neue körperliche Situation angepasst werden.

3.3.2 Body-Mass-Index

Es wurden 101 Kniegelenke für die genauere BMI (Body-Mass-Index)- Untersuchung herangezogen. Bei einer Reihe von Patienten war zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme einer erhöhter BMI festzustellen.

Theoretisch wird eine Adipositas als krankhaftes Übergewicht, mit einer daraus resultierenden gesundheitlichen Beeinträchtigung beschrieben.[119]

Hierbei gilt der „Body-Mass-Index“ als Mittel der Wahl zur Beurteilung des Körpergewichtes.

Dieser lässt sich mit folgender Formel bestimmen:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht (kg)}}{\text{Körperlänge}^2 (\text{m}^2)} \quad .[119]$$

Schließlich ergibt sich folgende BMI-Klassifizierung: unter 20 kg/m² gilt ein Mensch als untergewichtig und ein „Normalgewicht“ entspricht einem BMI von 20 kg/m² bis 25 kg/m². Von 25 kg/m² bis 30 kg/m² hat eine Person Übergewicht. Laut einer Geschlechtereinteilung der Universität Hohenheim gelten diese Angaben für Frauen grundsätzlich um einen BMI- Wert weniger. Geschlechterunspezifisch ist ein BMI ab 30 kg/m² (bis 40 kg/m²) einer Adipositas zugeschrieben. Darüber hinaus definiert man eine massive Adipositas ab einem BMI von 40 kg/m². [42]

Grundsätzlich gilt der BMI als umstritten und wird eher als grober Richtwert betrachtet, da Faktoren wie Alter, körperanteiliges Fett- und Muskelgewebe nicht berücksichtigt werden.

	präoperativ	Nachuntersuchung
Anzahl	103	101
Mittelwert BMI (kg/m ²)/gerundet	31	31
Standardfehler	0,37	0,47

Der Mittelwert aller Patienten (103 Knieendoprothesenimplantationen) zeigte präoperativ eine Adipositas mit einem BMI von 31kg/m² ±0,37. Da 2 Patienten ihre Angaben über den Postweg vollständig aber anonym bearbeiteten, konnte dementsprechend nicht die Anzahl von 106 Kniegelenken bestimmt werden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurden 101 Einzeldaten ausgewertet. Die fehlenden 5 sind auf Fragebögen zurückzuführen oder Patienten verweigerten entsprechende Angaben. Bei den nachuntersuchten Patienten betrug der BMI 31±0,47kg/m².

BMI prä OP

BMI(kg/m ²)	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	41
Anzahl KG	4	4	4	6	2	6	9	11	15	11	13	4	5	4	2	1	1	1
%(gerundet)	3,9	3,9	3,9	5,8	1,9	5,8	8,7	10,7	14,6	10,7	12,6	3,9	4,9	3,9	1,9	1	1	1

Es standen 103 Kniegelenke für die Gruppe „BMI präoperativ“ zur Verfügung. Eine Adipositas kann ab einem BMI von 30kg/m² diagnostiziert werden. Dies betraf über die Hälfte der Kniegelenke die in die Untersuchung aufgenommen wurden. Ein BMI von 23-24kg/m² traf 8mal zu und entspricht einem „Normalgewicht“. 25-29kg/m² bedeutet laut der Universität Hohenheim, dass der Patient an Übergewicht leidet.[42]

In der vorliegenden Arbeit traf das präoperativ 27mal zu. (alle Angaben zur BMI-Auswertung sind geschlechterunspezifisch)

BMI post OP (Zeitpunkt der Nachuntersuchung)

BMI(kg/m ²)	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Anzahl KG	8	5	2	7	6	2	4	7	10
%(gerundet)	7,9	5	2	6,9	5,9	2	4	6,9	10,1

BMI(kg/m ²)	32	33	34	35	36	37	38	39	42	43
Anzahl KG	11	9	2	7	9	8	1	1	1	1
%(gerundet)	10,9	8,9	2	6,9	8,9	7,9	1	1	1	1

Der BMI zur postoperativen Nachuntersuchung umfasste Patienten mit Endoprothesen (Anzahl 101).

Anhand der prozentualen Verteilung kann man erkennen, dass im Vergleich zum präoperativen BMI, trotz geringerer Gesamtanzahl, mehr „Normalgewichtige“ (N=13) gezählt wurden. Eine hohe Gesamtverteilung wurde sowohl prä- als auch postoperativ bei einem BMI von 30-33kg/m² erzielt (± 1 kg/m²). Auffällig war, dass in der postoperativen Gruppe höhere BMI-Werte erreicht wurden.

BMI Veränderung

	Anzahl KG	%(gerundet)
verbessert	45	44,6
unverändert	19	18,9
verschlechtert	37	36,6

Letztlich konnten fast die Hälfte der ermittelten Kniegelenke ihren BMI senken.

Trotzdem haben aber immer noch 36,6% ihren BMI verschlechtert.

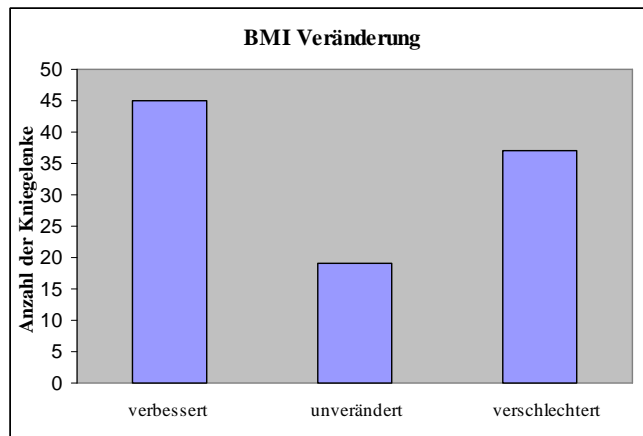


Abb.51
Grafische Darstellung der BMI Veränderung.

T-Test

Mit Hilfe des T-Testes wurden die Mittelwerte auf Unterschiede geprüft unter der Annahme, dass die beiden Stichproben normal verteilter Grundgesamtheiten eine gleiche Varianz aufweisen.[122]

Der gepaarte T-Test ($t(100)=1,260$, $p=0,211$) ergibt keine signifikanten Unterschiede. Da die Werte so dicht beieinander liegen: präoperativ $30,61\text{kg/m}^2$ im Mittelwert und postoperativ $31,03\text{kg/m}^2$, kann resultierend keine signifikante Veränderung festgestellt werden.

Korrelation nach Pearson

	BMI		
	prä OP	post OP	Veränderung
KSS			
Schmerz			
Bewegungsumfang	*		
Stabilität_anteroposterior			
Stabilität_mediolateral			
Flexionskontraktur			
Streckdefizit			
Tibiofemoralwinkel			*
Funktion_Gehleistung			
Funktion_Treppensteigen			
Gehhilfen			

	BMI		
	prä OP	post OP	Veränderung
KSS			
Schmerz			
Funktion_Gehleistung			
Funktion_Treppensteigen			
Gehhilfen	*	*	
WOMAC			
Schmerz			
Steifigkeit			
Funktion des täglichen Lebens		*	
KOOS			
Schmerz		*	
Symptome			
Funktion des täglichen Lebens		*	
Funktionen beim Sport	*	*	
Lebensqualität			
SF- 36			
seelischer Summenscore			
körperlicher Summenscore		*	
Veränderung			
Alter OP	*	*	
Alter Nachuntersuchung	*	*	
Geschlecht	*		*

Abb.52

Ergebnisse der Korrelation „BMI“ in tabellarischer Darstellung.

* Signifikanz ($p < 0,05$)

* marginale Signifikanz ($p \leq 0,1$)

Die Bedeutung des Korrelationsergebnisses „präoperativer BMI“ mit dem „Bewegungsumfang“ des KSS liegt darin, dass alle Patienten (56 Fragebögen) mit einem hohen präoperativen BMI einen geringeren Bewegungsumfang des Kniegelenkes postoperativ, also zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung aufweisen, gegenüberstellend derer die keinen hohen BMI haben. Somit liegt ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem präoperativen BMI und dem Bewegungsumfang ($r = -0,278$, $p = 0,038$) vor. Die Frage nach der Verwendung von Gehhilfen (Patienten die nur subjektiv Fragebögen beantworteten) im „Knie-Society-Score“ ergibt einen signifikanten Kontext zwischen Normalgewichtigen und Übergewichtigen oder Adipösen ($r = 0,335$, $p = 0,021$). Hierfür können 47 Kniegelenke herangezogen werden. Letztlich war die Korrelation nach Pearson folgendermaßen zu interpretieren: Je höher der BMI vor der Operation war,

desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Gehhilfe zum Bewältigen einer Gehstrecke notwendig ist. Auch Probanden (45 Fragebögen, nur subjektiv beantworteter Score) mit einem hohen postoperativen BMI nehmen häufiger Gebrauch von Gehhilfen in Form von Stöcken oder einem Rollator, als Personen mit einem niedrigeren BMI. Dementsprechend stehen auch der postoperative BMI und die „Gehhilfen“ des KSS marginal signifikant in Beziehung zueinander ($r=0,289$, $p=0,054$).

In „Veränderung BMI“ (klinisch untersuchte Gruppe) ist im Bezug auf den Tibiofemoralwinkel ein signifikanter Unterschied zwischen Normal- und Übergewichtigen/ Adipösen ersichtlich ($r=-0,244$, $p=0,04$). 56 Fragebögen konnten herangezogen werden. War der Punktwert hoch, war der Tibiofemoralwinkel ungünstig ($0-4^\circ$ Varus oder $11-15^\circ$ Valgus) und der Patient konnte seinen BMI nicht senken. Patienten mit einem niedrigeren BMI (postoperativ) sind im alltäglichen Leben weniger durch Beschwerden oder Schmerzen beeinträchtigt, als Patienten die nach der Operation nicht in der Lage waren ihr Gewicht zu reduzieren. Ein marginal signifikanter Zusammenhang ergibt der WOMAC-Teil „Funktionen des täglichen Lebens“, mit einer Anzahl von 100 postoperativ explorierten Kniegelenken, mit dem postoperativen BMI ($r=0,175$, $p=0,082$).

Wie bereits im WOMAC statistisch belegt, bestätigt der „Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score“ im Unterpunkt „Funktionen des täglichen Lebens“ (99 Kniegelenke), dass Patienten mit einem Übergewicht oder einer Adipositas sich bei alltäglichen Tätigkeiten (Einkaufen, Sitzen, Stehen, Hausarbeiten, Anziehen, etc.) eingeschränkt fühlen, dagegen Normalgewichtige Vertrauen in ihre Kniegelenksendoprothese haben und aktiv sein können. Der Zusammenhang zwischen „Funktion des täglichen Lebens“ (KOOS) und postoperativem BMI ist marginal signifikant ($r=-0,187$, $p=0,063$). Der präoperative BMI ist signifikant ($N=101$, $r=-0,283$, $p=0,004$) und der postoperative BMI ist marginal signifikant ($N=99$, $r=-0,182$, $p=0,071$) vom Unterpunkt „Sport“ des KOOS abhängig. Ein differentes Aktivitätsniveau kann man zwischen einem übergewichtigen und einem normalgewichtigen Patient im Unterpunkt „Sport“ des KOOS erkennen. War der BMI hoch, also der Patient übergewichtig oder adipös, bereiten ihm sportliche Aktivitäten (Springen, schnelles Laufen) heftige bis extreme Probleme. Ein hoher postoperativer BMI impliziert niedrige Punktergebnisse im KOOS „Schmerz“: also Schmerzen beim Stehen, Liegen oder z.B. beim Treppensteigen. Man kann also im Unterpunkt „Schmerz“ des KOOS einen marginal signifikanten Kontext zum postoperativen BMI

feststellen ($r=-0,181$, $p=0,073$). Zur statistischen Erhebung konnten 99 Fragebögen/Kniegelenke herangezogen werden.

Im „Short Form 36 Health Survey Scoring Demonstration“ entspricht ein 100 Punkteergebnis (Maximum) keine Probleme. Nach dem Ergebnis der Statistik von 101 Fragebögen bedeutet das, dass ein postoperativ hoher BMI ein geringes Punkteergebnis zur Folge hat. In diesen Fällen haben Patienten mehr Probleme bei den Aktivitäten des täglichen Lebens, im Vergleich zu Normalgewichtigen. Resultierend steht der „körperliche Summenscore“ des SF-36 in einer marginal signifikanten Beziehung zum postoperativen BMI ($r=-0,166$, $p=0,098$). Es ist von manifesten Gesundheitsproblemen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und auch in Zukunft auszugehen.

Man kann anhand der Ergebnisse erkennen, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation und dem BMI prä- ($N=103$, $r=-0,323$, $p=0,01$) sowie postoperativ ($N=101$, $r=-0,301$, $p=0,002$) gibt. Je älter ein Patient ist, desto niedriger ist sein BMI. Im gleichen Kontext stehen auch Alter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zum prä- ($N=103$, $r=-0,334$, $p=0,01$) sowie postoperativen ($N=101$, $r=-0,296$, $p=0,003$) BMI. Statistisch steht ein hohes Alter für einen geringeren BMI.

Auch das Geschlecht der Patienten spielt eine entscheidende Rolle in der BMI Korrelation. Bei einer Anzahl von 103 Fragebögen zeigt sich, dass ein hoher präoperativer BMI signifikant ($r=0,196$, $p=0,047$) häufiger bei Frauen auftritt.

Allerdings nahm der BMI postoperativ marginal signifikant ($r=-0,158$, $p=0,095$) bei Frauen ab ($N=101$).

3.3.3 posterior stabilisierte CPR- Knieendoprothese

Das Ziel einer endoprothetischen Knieversorgung ist unter anderem die Schonung von Knochensubstanz. Darüber hinaus spielt der Bandapparat eine wichtige Rolle für die Stabilität und zur Gewährleistung eines sicheren Ganges. Da das anteriore Kreuzband aufgrund des Prothesendesign geopfert wird, ist der Erhalt des posterioren Ligamentes Voraussetzung für ein stabiles Gelenk. Allerdings bereitet diese Theorie, um den Erhalt des hinteren Kreuzbandes, viel diskutierten Gesprächsstoff unter Experten. Kann aus medizinischer Sicht das hintere Kreuzband nicht erhalten werden, ist dies eine Indikation zur Implantation einer posterior stabilisierten Knieendoprothese, die die Funktion des posterioren Ligamentes ersetzen soll. Im Bereich der femoralen

Komponente findet man eine transversale Nocke und das auf dem Tibiaplateau liegende Polyethyleninlay ist mit einem mittigen Zapfen versehen. Das Prinzip ist im Zusammenspiel ein achsgeführtes Gelenk, dass beim Beugen das Vorgeiten der femoralen Komponente verhindert. Stattdessen rotiert es um seine Achse und der Zapfen lässt das Femurelement zurückrollen.[7,85,147,149]

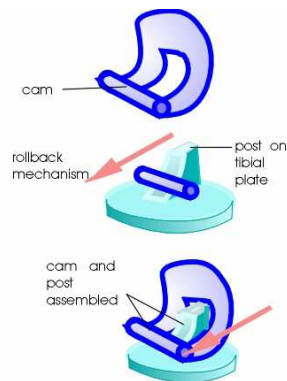


Abb.53

Schematische Darstellung der Funktionsweise einer posterior stabilisierten Endoprothese.

[Surin, V.(2005):

http://www.newtotaljoints.info/posterior_stabilized_total_knee.htm (24.03.1013).]

	Anzahl	% (gerundet)
klassische CPR- Kniegelenktotalendoprothese	92	89,3
posterior stabilisierte CPR- Kniegelenktotalendoprothese	11	10,7

Aufgrund der differierenden Fallzahlen zwischen „klassischer“ und „posterior stabilisierter“ CPR- Kniegelenktotalendoprothese sind die Daten zusätzlich in nonparametrischen Tests untersucht wurden.

Korrelation nach Pearson

	CPR-Typ
KSS	
Schmerz	
Bewegungsumfang	
Stabilität_anteroposterior	
Stabilität_mediolateral	
Flexionskontraktur	
Streckdefizit	
Tibiofemoralwinkel	
Funktion_Gehleistung	
Funktion_Treppensteigen	
Gehhilfen	

	CPR-Typ
KSS	
Schmerz	*
Funktion_Gehleistung	
Funktion_Treppensteigen	
Gehhilfen	
WOMAC	
Schmerz	*
Steifigkeit	
Funktion des täglichen Lebens	*
KOOS	
Schmerz	*
Symptome	
Funktion des täglichen Lebens	*
Funktionen beim Sport	
Lebensqualität	*
SF- 36	
seelischer Summenscore	
körperlicher Summenscore	*

Abb.54

Ergebnisse der Korrelation „CPR-Typ“ in tabellarischer Darstellung.

* Signifikanz ($p < 0,05$)

* marginale Signifikanz ($p \leq 0,1$)

Patienten die ausschließlich den subjektiven Abschnitt des „Knee Society Scores“ beantworteten und mit einer posterior stabilisierten Kniegelenktotalendoprothese versorgt wurden (47 Fragebögen), haben mehr Schmerzen im Alltag („starke“, „mäßig ständig“, „mäßig gelegentlich“ oder „beim Gehen und Treppensteigen“), also weniger Punkte im Score „Schmerz“, als die die eine kreuzbänderhaltenden Endoprothese implantiert bekommen haben. Somit besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem „Schmerz“ ($r = -0,400$, $p = 0,005$) aus dem KSS und dem CPR-Prothesentyp. Im „WOMAC“ zeigt sich bei 102 erfassten Kniegelenken ebenfalls, dass bei der kreuzbänderhaltenden CPR- Knieendoprothese offensichtlich weniger Schmerzen (aufrechtes Stehen, Sitzen oder Liegen, Gehen auf ebenem Boden) und auch geringere Alltagseinschränkungen (unter anderem Probleme beim Treppensteigen, Einkaufen, Verrichten der Hausarbeit, Anziehen) auftreten, im Vergleich zur Gruppe der kreuzbändersetzenden Endoprothese. Damit ergibt sich ein signifikanter Kontext zwischen WOMAC „Schmerz“ ($r = 0,255$, $p = 0,01$), einen marginal signifikanten zwischen „Funktionen des täglichen Lebens“ ($r = 0,171$, $p = 0,086$) und der Prothesenart.

Eine niedrige Punktzahl impliziert im „KOOS“ starke Probleme, dies beschreiben Patienten (101 Fragebögen) mit einer posterior stabilisierten Variante. Die Unterpunkte „Schmerz“ ($r=-0,299, p=0,002$), „Lebensqualität“ ($r=-0,195, p=0,051$), aber auch „Funktion des täglichen Lebens“ ($r=-0,183, p=0,067$) ergeben in der Korrelation marginal signifikante und signifikante Beziehungen zum Prothesentyp. Vergleichend hierzu schnitten die Kniegelenke vom kreuzbanderhaltenden CPR- Typ besser ab und Schmerzen waren geringer oder gar nicht vorhanden bzw. veränderten nicht die Lebensqualität oder die Alltagsbewältigung negativ.

Im „SF-36“ errechnet sich für den „körperlichen Summenscore“ (N=103) eine marginal signifikante Beziehung zwischen den endoprothetisch posterior stabilisierten Kniegelenken oder den nicht posterior Stabilisierten ($r=-0,182, p=0,066$). Der „Allgemeine Gesundheitszustand“, „Schmerzen“, „Rollenverhalten wegen körperlicher Beeinträchtigung“ und „Körperliche Funktionsfähigkeit“ werden von Patienten mit posterior stabilisierter Endoprothese schlechter bewertet im Vergleich zu Patienten, bei denen eine kreuzbanderhaltende Prothese implantiert wurde.

Kolmogorov-Smirnov

	postoperative Zufriedenheit	KneeSocietyScore Schmerz	KneeSocietyScore Schmerz	KneeSocietyScore Bewegungsumfang	KneeSocietyScore ant.post.Stabilität	KneeSocietyScore med.lat.Stabilität
Kolmogorov- Smirnov-Z	0,533	1,272	0,212	0,286	0,032	0,223
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	0,939	0,079	1	1	1	1

Kursiv- Gruppe derer die nicht klinisch untersucht wurden. Rot unterlegt: marginale Signifikanz ($p \leq 0,1$).

Aufgrund der unterschiedlichen Gruppenverhältnisse (92:11) kreuzbanderhaltende Knie totalendoprothese zu posterior stabilisierter Prothese wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test zur Überprüfung der Normalverteilung durchgeführt.

Die Normalverteilung war im „Knee Society Score“ bei der Frage zum Schmerz bei den subjektiven Fragebögen nicht gegeben.

Nonparametrischer Test

	postoperative Zufriedenheit	KneeSocietyScore Schmerz	KneeSocietyScore Schmerz	KneeSocietyScore Bewegungsumfang	KneeSocietyScore ant.post.Stabilität	KneeSocietyScore med.lat.Stabilität
Mann-Whitney-U	443,5	74,5	79,5	79	78	69
Wilcoxon-W	4721,5	110,5	85,5	1510	1509	1500
Z	-0,711	-2,364	0	-0,018	-0,238	-0,667
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	0,477	0,018	1	0,985	0,812	0,505

Kursiv- Gruppe derer die nicht klinisch untersucht wurden. Rot unterlegt: Signifikanz ($p < 0,05$).

Aufgrund der fehlenden Normalverteilung wurde ein nonparametrischer Test (Mann-Whitney-U-Test) für die beiden Vergleichsgruppen (kreuzbänderhaltend oder posterior stabilisiert) gerechnet. Dieser zeigt ein signifikantes Ergebnis ($p=0,018$, $U=74,5$). Daher wurde explorativ parametrisch ausgewertet. Letztlich wird der parametrische Test für die weitere Diskussion herangezogen.

T-Test/ Levene- Test

Mit Hilfe des Levene-Tests werden die Stichproben auf Varianzgleichheit geprüft.

Dieser ergibt einen marginal signifikanten Unterschied zwischen den beiden getesteten Gruppen im KSS nach der Einschätzung des Schmerzempfindens ($p=0,051$) bezogen auf Patienten, die ausschließlich die Fragebögen subjektiv beantworteten.

In Folge dessen gibt es eine Varianzungleichheit zwischen den Patienten die eine kreuzbänderhaltende oder eine posterior stabilisierende Endoprothese haben und somit müssen die p-Werte des T-Tests angepasst werden. Der T-Test ergibt, ebenso wie der nonparametrische Test einen signifikanten Unterschied zwischen Patienten mit einer posterior stabilisierenden Endoprothese und Patienten mit einer kreuzbänderhaltenden Endoprothese ($t(8,277)=2,216$, $p=0,056$).

Patienten mit einer posterior stabilisierenden Endoprothese erreichen im Mittelwert auf die Frage ihrer persönlichen Schmerzbeurteilung einen niedrigeren Mittelwert im Vergleich zu den kreuzbänderhaltenden Implantaten ($N=39$ Kniegelenke, 38,85 Punkte). Eine niedrige Punktzahl entspricht einem höheren Schmerzempfinden. Nach dem Mittelwert von 23,75 Punkten ($N=8$ Kniegelenke) zu urteilen haben Patienten mit einer posterior stabilisierten Endoprothese mäßige oder gelegentliche Schmerzen (20 Punkte im KSS) und mitunter Schmerzen beim Treppensteigen (30 Punkte im KSS).

3.3.4 Gonarthrosetyp

Die Arthrose des Kniegelenkes wird in primäre und sekundäre Gonarthrose unterschieden. Ein morphologisch minderwertiger Knorpel ist bekannterweise die Ursache für eine primäre Gonarthrose. Überbelastungen, Traumen, entzündliche Prozesse, metabolische und endokrine Erkrankungen gelten als Auslöser für eine sekundäre Gonarthrose.[107]

Die Auswertung umfaßt 103 Kniegelenke. In 22 Fällen handelte es sich um eine sekundäre Gonarthrose, im einzelnen liegen folgende Ursachen vor: 7 Kniegelenke wurden vor ihrer endoprothetischen Versorgung mit einer Tibiakopfkorrekturosteotomie (TKKO) behandelt, bei 7 Kniegelenken lag eine Hyperuricämie zugrunde, viermal ergab sich eine rheumatoide Arthritis, bei 3 Kniegelenken war eine Meniskektomie vorausgegangen und einmal handelte es sich um eine posttraumatische Gonarthrose.

	Anzahl	% (gerundet)
primäre Gonarthrose	81	78,6
sekundäre Gonarthrose	22	21,4

Aufgrund der stark differenten Fallzahlen von primärer und sekundärer Gonarthrose sind die Ergebnisse im nonparametrischen Test überprüft worden.

Korrelation nach Pearson

	Gonarthrosetyp
KSS Schmerz Bewegungsumfang Stabilität_anteroposterior Stabilität_mediolateral Flexionskontraktur Streckdefizit Tibiofemoralwinkel Funktion_Gehleistung Funktion_Treppensteigen Gehhilfen Schmerz Funktion_Gehleistung Funktion_Treppensteigen Gehhilfen	*

	Gonarthrosetyp
WOMAC Schmerz Steifigkeit Funktion des täglichen Lebens	
KOOS Schmerz Symptome Funktion des täglichen Lebens Funktionen beim Sport Lebensqualität	
SF- 36 seelischer Summenscore körperlicher Summenscore	

Abb.55

Ergebnisse der Korrelation „Gonarthrosetyp“ in tabellarischer Darstellung.

* Signifikanz ($p < 0,05$)

* marginale Signifikanz ($p \leq 0,1$)

Hohe Punkte, und somit kein oder ein geringes Schmerzpotential erzielen statistisch häufiger Patienten die präoperativ an einer primären Gonarthrose erkrankt waren. Dies wird ersichtlich aus dem signifikanten Zusammenhang zwischen Bereich „Schmerz“ (nur subjektive Fragen beantwortet) des „KSS“ (47 Kniegelenke) und dem Gonarthrosetyp ($r = -0,315$, $p = 0,031$).

Kolmogorov- Smirnov

	postoperative Zufriedenheit	<i>KneeSocietyScore Schmerz</i>	KneeSocietyScore Schmerz	KneeSocietyScore Bewegungsumfang	KneeSocietyScore ant.post.Stabilität	KneeSocietyScore med.lat.Stabilität
Kolmogorov-Smirnov-Z	0,535	0,997	0,493	0,721	0,066	0,126
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0,938	0,273	0,969	0,676	1	1

Kursiv- Gruppe derer die nicht klinisch untersucht wurden.

Aufgrund der ungleichmäßigen Gruppenverteilung der Kniegelenke die an einer primären oder sekundären Gonarthrose erkrankten (81:22) wurden die ermittelten Daten im Kolmogorov-Smirnov-Test qualitativ auf Normalverteilung überprüft, diese ist schließlich in jedem Fall gegeben.

T-Test/ Levene- Test

Im Levene- Test, zur Überprüfung der Varianzgleichheit, ergibt sich ein signifikantes Ergebnis ($p=0,006$) im Bereich „Schmerz“ (KSS), derer die an einer klinischen Untersuchung nicht teilnahmen, beim Vergleich der beiden Gonarthrosetypen. Die daraus resultierende Varianzungleichheit verlangt eine Anpassung der p-Werte des T-Tests, der sich dann aber als nicht signifikant herausstellt ($t(12,292)=1,714$, $p=0,112$).

3.3.5 Tibiakopfkorrekturosteotomie

Wie bereits erwähnt wurden insgesamt 7 Kniegelenke vor der Kniegelenktotalendoprothesenimplantation mit einer Tibiakopfkorrekturosteotomie behandelt. Ausgeprägte Valgus- oder Varusdeformitäten, die zur medialen oder lateralen Gonarthrose führten, waren Gründe für die Durchführung dieser Umstellungsosteotomie.

Der statistischen Auswertung konnten 103 Kniegelenke zugrunde gelegt werden.

	Anzahl	% (gerundet)
Tibiakopfkorrekturosteotomie	7	6,8
keine Tibiakopfkorrekturosteotomie	96	93,2

Nonparametrische Tests wurden zusätzlich herangezogen, da Patienten die sich vorangehend einer TKKO unterzogen, gegenüberstellend zur Vergleichsgruppe, eine sehr geringe Fallzahl aufwiesen.

Korrelation nach Pearson

	Tibiakopfkorrekturosteotomie
KSS	
Schmerz	*
Bewegungsumfang	
Stabilität_anteroposterior	
Stabilität_mediolateral	
Flexionskontraktur	
Streckdefizit	*
Tibiofemoralwinkel	
Funktion_Gehleistung	*
Funktion_Treppensteigen	
Gehhilfen	
Schmerz	
Funktion_Gehleistung	
Funktion_Treppensteigen	
Gehhilfen	
WOMAC	
Schmerz	
Steifigkeit	
Funktion des täglichen Lebens	
KOOS	
Schmerz	
Symptome	
Funktion des täglichen Lebens	
Funktionen beim Sport	
Lebensqualität	
SF- 36	
seelischer Summenscore	
körperlicher Summenscore	

Abb.56

Ergebnisse der Korrelation „TKKO“ in tabellarischer Darstellung.

* Signifikanz ($p < 0,05$)

* marginale Signifikanz ($p \leq 0,1$)

Patienten die an einer klinischen Nachuntersuchung (N=56) teilgenommen hatten, zeigen im „Knee Society Score“ verwertbare Ergebnisse. In den Kategorien „Schmerz“ ($r=0,428$, $p=0,01$) und „Streckdefizit“ ($r=-0,348$, $p=0,009$) sind signifikante und im Bereich „Gehleistung“ ($r=0,253$, $p=0,06$) marginal signifikante Zusammenhänge zur Vergleichsgruppe TKKO gegeben. Je höher die Kategorie „Schmerz“ und „Gehleistung“ vom Patienten bepunktet wurde, desto zufriedener/schmerzfreier ist der Patient mit dem postoperativen Ergebnis. Patienten

deren Kniegelenke keine vorangegangene Tibiakopfkorrekturosteotomie hatten, bewerten „Schmerz“ und „Gehleistung“ höher. Die Einteilung des Streckdefizites laut „KSS“ war: kleiner 10° 5 Punkte Abzug, 10-20° 10 Punkte Abzug und bei Defiziten größer 20° wurden 15 Punkte subtrahiert. Ein Streckdefizit ist häufiger und ausgeprägter bei Kniegelenken, die mit einer Tibiakopfkorrekturosteotomie vorangehend therapiert wurden.

Kolmogorov- Smirnov

	postoperative Zufriedenheit	KneeSocietyScore Schmerz	KneeSocietyScore Schmerz	KneeSocietyScore Bewegungsumfang	KneeSocietyScore ant.post.Stabilität	KneeSocietyScore med.lat.Stabilität
Kolmogorov- Smirnov-Z	0,437	0,712	1,113	0,53	0,032	0,223
Asymptotische Signifikanz (2- seitig)	0,991	0,691	0,168	0,942	1	1

Kursiv- Gruppe derer die nicht klinisch untersucht wurden.

Aufgrund der unregelmäßigen Gruppenverteilung der Kniegelenke die in Form einer TKKO vorthorapiert wurden oder bei denen eine solche Therapie nicht erfolgte (7:96) wurden die ermittelten Daten im Kolmogorov-Smirnov-Test qualitativ auf Normalverteilung überprüft, diese war in jedem Fall gegeben.

T-Test/ Levene- Test

Zur Überprüfung der Varianzgleichheit des T-Tests wird der Levene-Test angewendet. Hierbei ergibt sich ein signifikantes Ergebnis für den „Bewegungsumfang“ ($p=0,032$) des KSS. Es liegt also eine Varianzungleichheit zwischen den Gruppen TKKO „ja“ oder „nein“ vor und bedarf nun einer Anpassung der p-Werte des T-Tests. Dieser stellt sich dann allerdings als nicht signifikant heraus ($t(2,045)=-0,525$, $p=0,651$).

Die Einschätzung der postoperativen Zufriedenheit errechnet im Levene-Test eine marginale Signifikanz ($p=0,1$). Dieses Ergebnis wird jedoch als Varianzgleichheit betrachtet. Schließlich stellt sich aber der p-Wert des T-Tests als nicht signifikant heraus ($t(6,391)=-0,566$, $p=0,422$).

In der Gruppe der klinisch untersuchten Patienten ergibt sich für die Schmerzeinschätzung im Levene- Test kein signifikantes Ergebnis ($p=0,31$). Dementsprechend liegt eine Varianzgleichheit, zwischen Patienten die vor

Endoprothesenversorgung mit keiner oder einer TKKO versorgt wurden, vor. Es liegt eine Varianzgleichheit vor. Der T-Test zeigt schließlich einen signifikanten Unterschied ($t(54)=3,484$, $p=0,001$). Somit haben Patienten (53 Kniegelenke), die nicht vor der Knieendoprothesenoperation mit einer TKKO therapiert wurden, weniger Schmerzen oder Probleme. Im Mittel erreichen sie 42,92 Punkte und haben geringe oder gelegentliche Schmerzen bzw. Probleme beim Treppensteigen. Von mäßigen, gelegentlichen Schmerzen oder Beschwerden beim Gehen sowie Treppensteigen berichten Patienten die sich einst einer TKKO unterziehen mussten (26,67 Punkte, 3 Kniegelenke).

4. Diskussion

In den Jahren 2009-2010 wurden 106 endoprothetisch ersetzte Kniegelenke von 84 Patienten, die im Zeitraum von April 2000 bis Dezember 2006 implantiert wurden, durch Anwendung verschiedener Scores evaluiert. Zusätzlich wurden 44 Patienten/ 56 Kniegelenke klinisch untersucht (radiologische Erhebung von 53 Kniegelenken). Bei allen Patienten kam eine bikondyläre Endoprothese vom Typ CPR der Fa. Chiropro zur Anwendung. Der postoperative Zeitraum ist gemittelt 7,36 Jahre, dementsprechend handelt es sich um eine mittelfristige, retrospektive Studie.

Trotz der Verwendung international anerkannter Fragebögen als Messinstrumente lassen sich die Ergebnisse nicht unkritisch vergleichen. Zum einen kann man in einer retrospektiven Untersuchung, wie auch in dieser Arbeit, den präoperativen Befund nur bedingt nachvollziehen und somit den gesundheitlichen Zustand der Patienten vor der Operation nicht 1:1 dem Operationsergebnis gegenüberstellen. Und zum anderen basieren die in der Literatur mitgeteilten Ergebnisse auf verschiedenen Erhebungen und nicht immer vergleichbaren Daten. Nicht selten werden auch geringere Fallzahlen zugrundegelegt und hieraus Schlüsse gezogen. Man spricht in diesem Fall vom Bias (Verzerrungs)- Effekt, also systematische Fehler in der Statistik.[105,128]

Auch in der vorliegenden Arbeit liegen geringe Fallzahlen vor, diese sind jedoch ausschließlich als Tendaussage zu betrachten. Des weiteren stellen „Confounding“ (Störfaktoren) und „Chance“ (Zufall) weitere Fehlerquellen dar. Standardisierte, validierte Outcome- Instrumente und ein objektiver Untersucher waren Möglichkeiten die Einflussfaktoren zu minimieren („Non- responder bias“, „Interviewer bias“). Durch eine vergleichsweise hohe Anzahl an nachuntersuchten Kniegelenken (N=106) können Zufallsergebnisse („Chance“) minimiert werden. Leider ist die Aussagekraft einer retrospektiven Studie limitiert, denn „Confounders“/ Störfaktoren können durch Randomisierung nicht ausgeschlossen werden.[105]

4.1 Patientenkollektiv

Insgesamt können für die Dissertation 84 Patienten bzw. 106 Kniegelenke erfasst werden. Im Literaturvergleich finden sich zahlreiche Untersuchungen mit vergleichenden Fallzahlen.[32,39,65,86,126]

Da jedoch aus verschiedensten Gründen nicht alle Patienten an einer klinischen Untersuchung teilnehmen konnten, beschränkt sich die Anzahl der Untersuchten auf 44 Patienten, entsprechend 56 Kniegelenken. Allerdings findet man auch Publikationen mit deutlich weniger Patienten von 52 (56).[124]

4.2 Alter

In der vorliegenden Arbeit wird das Alter der Männer mit $67,4 \pm 0,91$ Jahren und das der Frauen mit $67,3 \pm 0,82$ Jahren annähernd gleich ermittelt.

In einer Demografiestudie von Ravi et al. wurde untersucht inwiefern sich die Implantationszahlen und das Alter der Patienten im Vergleich der gesamten USA zu Ontario in den Jahren 2001-2007 veränderte. Festgestellt wurde ein erheblicher Anstieg in diesem Zeitraum und eine Abnahme des Alters zum Operationszeitpunkt. Das Alter zum Zeitpunkt der Implantation einer Knie-Endoprothese betrug weniger als 60 Jahre.[123]

In älteren Literaturmitteilungen findet man einen Altersgipfel von 65-75 Jahren. Übereinstimmend mit mehreren Angaben in der Literatur und der eigenen Untersuchung ist ein Trend zum „jüngeren“ Patienten zu erkennen.[87,128,135,157,158]

4.3 Geschlecht

84 Patienten werden in die Studie aufgenommen, davon sind über die Hälfte weiblichen Geschlechts (53, 63,1%) und 34,5%/ 29 Männer. Da zwei Personen die Fragebögen anonym ausfüllten, können diese einem Geschlecht nicht zugeordnet werden.

Dieser Problematik widmeten auch sich Hame et al. deren Ergebnisse die eigenen Zahlen bestätigt.[58] Anatomie und Kinematik des weiblichen Kniegelenkes, vorangegangene Knieschäden und hormonelle Einflüsse spielen nicht nur bei der Unterscheidung zwischen den Geschlechtern, sondern auch bei der Entstehung einer Arthrose eine Rolle. Inzwischen werden auch geschlechterspezifische Knie-Endoprothesen („Gender-Knie“) von Implantat-Herstellern angeboten. Frauen empfinden eine Osteoarthrose erst in einem fortgeschrittenen Stadium als schmerzhaft und suchen einen Arzt im allgemeinen später auf als männliche Betroffene. In einem

fortgeschrittenen Stadium sind meist auch weitreichende Behandlungsmaßnahmen notwendig. Eine ähnliche Geschlechterproportion, wie von Bourne et al. publiziert hat die eigene Untersuchung ergeben.[20]

In anderen Studien beträgt der Anteil an Frauen sogar 80%.[105,128,144]

4.4 Follow up

Die ersten CPR- Knie totalendoprothesen wurden im Jahr 2000 im Waldkrankenhaus Bad Döben implantiert. Der kürzeste Nachbeobachtungszeitraum beträgt 3 Jahre mit einer Spanne von 3-9 Jahren und einem mittleren follow up von 7,4 Jahren. Im Literaturvergleich finden sich teilweise sehr kurze follow-up-Zeiten, aber auch Mitteilungen zu Langzeitergebnissen mit bis zu 20 Jahren Nachbeobachtung.[47,53,72] Bei einem Beobachtungszeitraum von ca. 7 Jahren handelt es sich um einen mittleren Nachuntersuchungszeitraum.[128,134,147]

Sollen Frühkomplikationen untersucht werden sind hierzu kürze follow-up-Zeiten ausreichend. Von besonderem Interesse sind natürlich auch Aussagen zu einem „long-term follow up“.

4.5 Scores

Als internationale Messinstrumente werden die normierten Fragebögen KSS, WOMAC, KOOS und der SF- 36 verwendet.

Aufgrund der Verwendung gleicher Scores und ähnlicher Kriterien dient die Dissertation von A. Rössner als Vergleichsarbeit. Nichts desto trotz unterscheidet sich die Untersuchung von Rössner in einigen Parametern zur eigenen. Rössner wertete die Foundation- Knie totalendoprothese aus, Grundlage der hier besprochenen Arbeit ist die CPR- Knie totalendoprothese. Der Nachuntersuchungszeitraum von Rössner war durchschnittlich 2,5 Jahre, wohingegen der eigene 7 Jahre ist. Der Operationszeitraum für die Foundation- Knie totalendoprothese war von 1996-1999, vergleichend der der CPR- Knie totalendoprothese von 2000-2006. Keinen großen Unterschied ergeben die Fallzahlen Rössner erhob 100 versorgte Kniegelenke, diese Arbeit beträgt 106 mit einer CPR- Knie totalendoprothese versorgte Kniegelenke.[128]

Ab dem Jahr 2000 wurde vorwiegend die CPR-Knie-Totalendoprothese anstelle der Foundation-Totalendoprothese implantiert. Als Vorteil für den Vergleich der Studien

erweist sich die Tatsache, dass es weitgehend die gleichen Operateure waren, die die Implantation vornahmen. Ein weiterer Vorteil ist in identischen klinischen Abläufen zu sehen: vergleichbare Indikationsanalyse für die Endoprothesenimplantation, Physiotherapie, medikamentöse Behandlung, stationäre Pflege, u.a..

Mit dem „*Knee Society Score*“ lassen sich rein funktionelle und kniespezifische Untersuchungsergebnisse ermitteln.[105]

König et al. untersuchten in einer prospektiven Studie den unterschiedlichen zeitlichen Verlauf von Knie- und Funktionsscores. In den ersten drei Monaten nach der Operation stellte sich eine deutliche Steigerung ein, diese zeigen in den folgenden fünf Jahren keine großen Veränderungen mehr. Im Unterscheid dazu erreichte der funktionelle Teil des KSS nach 2 Jahren Spitzenwerte, die dann langsam abfielen. Das Alter der Patienten, BMI und Gehstrecke hatten für die Autoren einen starken Einfluss und sie forderten deshalb, dass globale Scores nicht mehr Verwendung finden sollten.[76] Eine höhere Interobserver- Variabilität und Untersuchererfahrungen hätten eine nicht zu vernachlässigende Wirkung.[94]

Ungeachtet dessen gilt der KSS aktuell immer noch als zuverlässiges Outcome-Instrument und hat in der Literatur für kniespezifische Studien einen hohen Stellenwert.[22,28,30,36,54,66,69,73,86,93,99,112]

Die gemittelten Ergebnisse, aus der subjektiven Befragung zum Schmerz ergaben in der Dissertation von Rössner 40 ± 8 Punkte und die in der vorliegenden Arbeit ähnliche Resultate (klinisch Untersuchte $42,1 \pm 1,15$ Punkte, nur Fragebogen beantwortet $36,2 \pm 1,98$ Punkte). Vergleichbare Ergebnisse können im Bewegungsumfang (Rössner 21 ± 3 Punkte, in der eigenen Arbeit $21,8 \pm 0,32$ Punkte), in der anterioposterioren Stabilität (Rössner 9,6 Punkte, in der hier beschriebenen Studie $9,9 \pm 0,09$ Punkte), bei der Gehleistung [Rössner 35 ± 9 Punkte, $34,5 \pm 1,84$ Punkte (Gruppe der klinisch Untersuchten) und $29 \pm 1,81$ Punkte, der Patienten die ausschließlich Fragebögen ausfüllten, in der vorliegenden Arbeit] und dem Treppensteigen [Rössner 38 ± 7 Punkte, 33 ± 1 gerundete Punkte (der klinisch Untersuchten und der Patienten die die Fragebögen beantworteten) der hier besprochenen Studie] erzielt werden.

Größere Abweichungen sind bei der mediolateralen Stabilität (Rössner 12,8 Punkte, in der vorliegenden Arbeit $14,4 \pm 0,22$ Punkte), der Flexionskontraktur (Rössner 6,8 Punkte, in der eigenen Studie $5,4 \pm 0,81$ Punkte), dem Streckdefizit (Rössner 0,6 Punkte, in der hier besprochenen Arbeit $3,3 \pm 0,46$ Punkte) und dem Tibiofemoralwinkel

(Rössner <1 Punkte, $1,7 \pm 0,43$ Punkte in der eigenen Arbeit) festzustellen. Der gesamte Kniescore ergibt in der Gesamtheit keinen stark abweichenden Wert (Rössner 74 ± 16 Punkte, $77,8 \pm 1,96$ Punkte in der hier beschriebenen Studie). Wenn man den Funktionsscores der beiden Arbeiten vergleicht, kann man höhere Punktwerte bei Rössner feststellen. Sie berichtete von 72 ± 16 Punkte im Vergleich zur eigenen Studie, die in der Gruppe der klinisch Untersuchten $63,9 \pm 3,29$ Punkte und nur $56,5 \pm 3,12$ Punkte, der Patienten die nur Fragebögen beantworteten, ergeben. Als Grund sind die Benutzung von Gehhilfen meist infolge eines Streckdefizites anzusehen.[128]

In einer Multicenterstudie zur Validität (Gültigkeit) wurde dem „*Western Ontario and McMasters University Osteoarthritis Index*“ sogar eine Überlegenheit gegenüber dem KSS zugesprochen.[92]

Gleichermaßen wurden Zuverlässigkeit (Reliabilität) und Empfindlichkeit (Änderungssensibilität) getestet. Letztlich wurde neben einer sehr guten Validität, auch die Reliabilität als überaus positiv beurteilt.[5,13,14,134]

Die Häufigkeit der Verwendung des WOMAC in der Literatur zeigt somit, dass sich dieses Messinstrument etabliert und als zuverlässig erwiesen hat, um die gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Knie- und Hüftgelenksarthrose einzuschätzen.[10,20,22,30,66,73,110,112,134,146]

Die Kategorie „Schmerz“ (Rössner 4 Punkte, in der eigenen Arbeit $3,8 \pm 0,36$ Punkte) und „Steifigkeit“ (Rössner 2 Punkte, $1,9 \pm 0,22$ Punkte in der hier besprochenen Studie) zeigen in beiden Untersuchungen affine Werte. Wohingegen die „Funktionen des täglichen Lebens“ weiter auseinander gehen und in dieser Arbeit mit $19 \pm 1,49$ Punkte von den Befragten schlechter bewertet wird im Vergleich zu Rössners Nachuntersuchten (13 Punkte).[128]

Eine Erweiterung des WOMAC stellt der „*Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*“ dar. Die bereits von einem schwedisch/us-amerikanischen Expertenausschuss gesicherte Aussagekraft dieses Fragebogens, erreichte 2003 durch Roos et al. eine Validitätszunahme in einer Test-Retest-Studie. Hohe Beachtung bekamen dabei junge Patienten mit einer großen Erwartung an Funktionsfähigkeit, Bewegungsausmaß und Aktivität.[48,131]

Auch die Anwendung dieses Scores, zur Patienteneinschätzung und für wissenschaftliche Studien kann in Publikationen belegt werden.[28]

Insgesamt wurden alle Subscalas „Schmerz“, „Symptome“, „Funktionen des täglichen Lebens“, „Funktionen beim Sport“ und „Lebensqualität“ von den Nachuntersuchten der „Foundationendoprothese“ im Mittel besser/ positiver eingestuft als in der Befragung bei der CPR-Knieendoprothese. Diskrepanzen ergeben sich insbesondere bei Einschätzung der „Lebensqualität“ (Rössner 76 Punkte, in der vorliegenden Arbeit $57 \pm 2,54$ Punkte) und den „Funktionen beim Sport“ (Rössner 32 Punkte, $16 \pm 1,7$ Punkte in der eigenen Studie). [128]

Beeinflussende Faktoren sind im Vergleich schwierig auszumachen, da unter anderem auch präoperative Werte als Basis fehlen.

Pérez-Prieto, D. et al. stellten fest, dass depressive Patienten schlechtere Score-Ergebnisse erzielten als gesunde Patienten. Diese jedoch in einer präoperativen Gegenüberstellung grundlegendere Verbesserungen zeigten. [112]

Bezogen auf die Ergebnisse des KSS könnte auch das häufiger auftretende Streckdefizit eine Auswirkung auf die sportliche Aktivität haben, sowie das häufige Benutzen von Gehhilfen.

Der Altersparameter fällt nicht ins Gewicht, denn das gemittelte Alter bei Rössner war 69 und bei der eigenen Untersuchung 67 Jahre. [128]

Die IQOLA stellte den „*Short Form-36 Health Survey Scoring Demonstration*“ (SF-36) aus bereits bestehenden Fragebögen zusammen. [23]

Kritisch wird die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit der Bevölkerung anderer Länder betrachtet, da der Score in den Vereinigten Staaten von Amerika entwickelt wurde. Die Anwendbarkeit in europäischen Ländern evaluierten Gandek et al. [51]

Die Darstellung der SF-36 Ergebnisse kann in 8 Dimensionen erfolgen oder in einem körperlichen bzw. seelischen Summenscore. In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse in acht Dimensionen dargestellt. [128]

Eine Literaturrecherche ergibt, dass dieser Fragebogen in der Lage ist den allgemeinen Gesundheitszustand der letzten 4 Wochen darzustellen. [10,72,128,134]

Eine wichtige Stellung nimmt die 2. Frage des Scores ein: „Im Vergleich zu der Zeit vor der Operation, wie würden Sie Ihre Gesundheit jetzt beschreiben?“.

Mit dieser Frage lässt sich ganz entscheidend die subjektive Zufriedenheit erfassen. [112]

In allen acht Antwortkategorien erzielten die bewerteten Knieendoprothesen bei Rössner höhere Punktergebnisse und somit eine höhere Beschwerdefreiheit, als in der

eigenen Studie. Die Differenzen betragen 8 bis maximal 22 Punkte. Die Unterschiede betreffen insbesondere die körperliche Funktion (KöFu), Rollenfunktion (RoFu), Schmerzen (Schm) sowie seelische Funktionsstörung (Psyc). Die KöFu beinhaltet die Beantwortung nach der Bewältigungsfähigkeit verschiedener Aufgaben im Alltag (Tragen, Heben, Laufen, o.ä.), die im Vergleich mit der Arbeit von Rössner deren Patienten leichter fiel. Somit müssen die Probanden der vorliegenden Studie für diese Arbeiten und Tätigkeiten mehr Zeit einplanen, diese verkürzen oder einschränken (KöRo). Gründe bzw. ein enger Zusammenhang könnten in der Kategorie Schmerzen (Schm) und seelische Funktionsstörung (Psyc) liegen. Sie beschreiben den physischen und psychischen Zustand der Operierten, die einen wesentlichen Einfluss auf die gerade besprochenen Kategorien haben. Ein ausgeprägteres Wahrnehmen von Schmerz (Schm); Nervosität, Unzufriedenheit, Enttäuschung und depressiver Verstimtheit (Psyc) spiegelt sich in niedrigeren Punktzahlen der vorliegenden Untersuchung wider.

4.6 Radiologische Diagnostik

Für die röntgenologische Auswertung können 53 Kniegelenke von 41 Patienten herangezogen werden. Zur Beurteilung wurden Aufnahmen im anteroposterioren und lateralen Strahlengang angefertigt. Begutachtet wurde der Übergang zwischen Prothese und Knochen auf Auffälligkeiten, wie zum Beispiel Aufhellungen. Diese wurden nach Breite der Aufhellungslinie in mm und Ausprägung auf die gesamte Oberfläche kategorisiert. Des weiteren wurden der Femurteil-, Tibiateil-, Femurbeuge- und Tibiawinkel sowie die mechanische Achse bestimmt. In jeweils einem Fall waren die Femur- und Tibiakomponente zementfixiert.

Bei Betrachtung der geringen Gesamtanzahl an zementierten CPR-Knietotalendoprothesen (insgesamt 3 Femur-, 2 Tibia-Komponenten) war ersichtlich, dass die Nachteile einer Zementfixation im Vordergrund standen und Knochennekrosen durch exotherme Abbindereaktionen, Degradationen im wässrigen Milieu, anaphylaktische Reaktionen und massiver Substanzverlust bei Revisionen vermieden werden sollten.[105,128]

Somit bevorzugte man bei der Implantation der CPR-Knieendoprothese, ausgenommen der retropatellare Gelenkersatz, die zementfreie Variante.

Auch wenn aktuell die Hybridfixation als Standardverfahren bei der Implantation von Knieendoprothesen gilt, zeigte zum Beispiel die Studie von Lass et al., dass es nach einem 6-jährigen follow up keine signifikanten Unterschiede in klinischen, funktionellen Ergebnissen und postoperativen Komplikationen zwischen einer Hybridfixation und der zementlosen Implantation gab.[86]

Gegensätzliches zeigte eine Untersuchung von Ranawat et al., die klare Vorteile in der Zementierung von Knieendoprothesen im Bezug auf bessere funktionelle Ergebnisse und niedrigere Revisionsraten sah. Eine Zunahme der Polyethyleninlayabnutzung, durch die metallverstärkte Komponente, und patellofemorale Komplikationen waren Folgen der unzementierten Version.[121]

Im Zuge der „high flexion total knee arthroplasty“ ,in einer Studie von van de Groes et al., stellte sich heraus, dass der Zement-Knochen-Verbund eine Risikoquelle für den Verlust von Femurkomponenten war. Jedoch könnte laut van de Groes diese Problematik mit kleinen kortikalen Knochenbohrungen hinter dem Vorderrand gelöst werden. Schließlich konnte so in der Studie die Verlustrate von 31,3% auf 2,6% reduziert werden.[150]

In der vorliegenden Arbeit kann radiologisch bei dem einzigen, zementierten Tibiateil ein aufgehellter Saum (unter 2mm) sowohl im lateralen als auch a.p. Strahlengang in den Randbereichen diagnostiziert werden.

Es ist anzunehmen, dass durch kortikale Bohrungen nach van de Groes, Desintegration der Zementschicht durch Spannungsspitzen im Randbereich verhindert werden kann.[150]

Im Gegensatz dazu zeigt die zementierte Femurkomponente in der eigenen Studie keine röntgenologischen Auffälligkeiten. Es zeigen sich nur bei zementlosen Femurkomponenten aufgehellte Säume.

Ein weiterer wichtiger Parameter in der röntgenologischen Auswertung stellen die Winkelparameter dar, hier im Besonderen die mechanische Achse. König thematisierte in seiner Dissertation aus dem Jahr 2005 die Veränderung der Beinachse, indem die Femurkomponente der CPR-Kniegelenksendoprothese nicht anhand der Achsverhältnisse positioniert wurde, sondern die Kollateralbandspannung die Implantation bestimmte.[78]

Bei König ergab die mechanische Achse im Mittel $1,1^\circ$ mit einer Standardabweichung von $\pm 4,1$, der Mittelwert in der eigenen Studie wird mit $4,0^\circ \pm 0$ (Standardfehler) ermittelt.[78] Bei der Untersuchung von König wich der Mittelwert nur geringfügig ab

und befindet sich bei der eigenen Nachuntersuchung mit $4,0^\circ$ im Randbereich des idealisierten Winkelintervalls. Die unterschiedlichen Ergebnisse sind durch die „alleinige Ausrichtung nach der Bandspannung“ zu erklären.

Für seine Studie verwendete König den sogenannten „Plateau-Quotienten“, dieser steht in einer engen Beziehung zum frontalen Kniegelenkswinkel und bietet die Möglichkeit Kniegelenksdeformitäten zu beschreiben. Die Beinachse zeigt postoperativ nach „achsorientierter“ Planung gegenüber der Ausrichtung nach der Spannung der Kollateralbänder vergleichbare Ergebnisse. Jedoch werden erst Langzeitergebnisse belegen welche der beiden Methoden für die besseren Resultate spricht.

Ausgehend davon zeigt auch aktuell die weichteilbalancierte Knieendoprothetik in der Literatur ein viel diskutiertes Thema.

Zhou et al. beschäftigten sich in ihrer Studie, ähnlich wie König, mit dem Zusammenhang der anatomischen Gegebenheiten in Bezug auf die Kollateralbänder und die Positionierung der Femurkomponente. Sie postulierten viele Möglichkeiten durch ein Release der Kollateralbänder, um u.a. ein Gleichgewicht zwischen Beuge- und Streckspalt zu schaffen oder Fehlstellungen zu kompensieren.[161]

4.7 Zufriedenheit

Zur Erfassung der Patientenzufriedenheit wurden normierte Fragebögen und Scores verwendet. Besonderes Gewicht hat die 2. Frage aus dem SF-36: „Im Vergleich zu der Zeit vor der Operation, wie würden Sie Ihre Gesundheit jetzt beschreiben?“. Der Patient kann dies mit „viel besser“, „etwas besser“, „genauso wie vorher“, „etwas schlechter“ und „viel schlechter“ bewerten.

Durch eine direkte Einschätzung der Schmerzen im KSS und WOMAC kann abgeleitet werden, dass keine oder geringe Schmerzen eine hohe Zufriedenheit implizieren.

Klinisch bestimmte Parameter wie keine/geringe Flexionskontraktur, kein/geringes Streckdefizit und ein hoher Bewegungsumfang korrelieren mit Zufriedenheit. Wenig Schmerzen und eine gute Funktion der Kniegelenke befähigen den Patienten auch die Aktivitäten des täglichen Lebens gut zu bewältigen. Besonders unzufrieden sind Patienten, wenn sie bei sportlichen Aktivitäten wie Rennen und Hüpfen eingeschränkt sind.

Letztlich war auch die Einstellung des Patienten zur bestehenden Situation ausschlaggebend. Werden die Totalendoprothese des Kniegelenkes als gewinnbringend für das Leben betrachtet, die Lebensqualität (z.B. soziale Kontakte) und das psychische Befinden verbessert, stellt dies einen Erfolg für den Betroffenen dar.

Den Einfluss einer Depression als psychische Erkrankung untersuchten Pèrez-Prieto, D. et al.. Sie bewerteten mit gleichen Messinstrumenten WOMAC, KSS, SF-36 die Zufriedenheit depressiver und nicht depressiver Patienten vor und nach der Knieoperation. Depressive erzielten vor und nach dem chirurgischen Eingriff schlechtere Score- Ergebnisse als psychisch gesunde Individuen. Aber Vergleiche der prä- und postoperativen Fragebogenergebnisse zeigten, dass sich auch die Gruppe der depressiven Patienten grundlegend verbesserte und die Zufriedenheit beider Gruppen gleich war. Pèrez-Prieto und Kollegen beurteilten die Versorgung eines depressiv Kranken mit einer Totalknieendoprothese als unproblematisch.[112]

Andere Kriterien scheinen die Zufriedenheit stärker zu beeinflussen. Schulze et al. verglichen in ihrer Mannheimer Studie die Zufriedenheit von Patienten in 2 Untersuchungsintervallen: 1990-1999 und 2000-2012. Tatsächlich stieg in ihrer Erhebung die postoperative Zufriedenheit nach Implantation einer Knieendoprothese von 81,2% auf 85%. Als wichtige Einflussfaktoren nannten sie den BMI, die Erwartungen der Patienten, den Schmerzgrad der Arthrose, die Funktionen des Gelenkes und die mentale Situation.[137]

In jedem Fall korreliert die Zufriedenheit auch mit dem Auftreten von postoperativen Komplikationen. Dies stellten auch Bourne et al. in ihrer prognostischen Studie als negative Korrelation fest.[20]

Matsuda et al. fanden heraus, dass ein hohes Patientenalter, eine rheumatische Arthritis und eine Varusausrichtung zu schlechteren Ergebnissen führten.[99]

Dies kann auch bei der eigenen Nachuntersuchung bestätigt werden.

Eine gute Beweglichkeit, geringe Schmerzen, eine positive mentale Situation sind Garanten für ein gutes Operationsresultat. Schließlich hat auch die Erwartungshaltung eines Patienten einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis.[20,99,106,112,137]

4.8 Body-Mass-Index

Nach Untersuchungen von Suzuki et al. wirkte sich ein hoher BMI negativ auf die Heilung mit vorangegangener Frakturbehandlung aus.[148] Zahlreiche weitere

Literaturangaben bestätigen die negativen Auswirkungen auf das Operationsergebnis bei Übergewichtigen.[1,65,66,117]

In einer Studie von Jarvenpää et al. wurde eine übergewichtige Gruppe ($\text{BMI} = 30 \text{ kg/m}^2$) mit einer Gruppe mit einem BMI unter 30 kg/m^2 nach Kniegelenkersatz verglichen. Phlebitis, Wundinfektionen, Nervschädigungen und Ödeme waren Komplikationen die nach der Operation nur in der Gruppe der Übergewichtigen auftraten. Während die Patienten mit einem BMI unter 30 kg/m^2 einen Bewegungsumfang von durchschnittlich 118° erreichten, erzielten die Übergewichtigen nur 110° Beugung.[65]

In der vorliegenden Arbeit wird der BMI präoperativ bestimmt und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. 103 Kniegelenke/ Patienten wurden präoperativ erfasst (im Mittelwert $31 \text{ kg/m}^2 \pm 0$). Postoperativ (7,4 Jahre) wurde dieser erneut erhoben und 101 untersuchten Kniegelenken zugeordnet (im Mittelwert $31 \text{ kg/m}^2 \pm 0$).

In der eigenen Studie wird ein Übergewicht ab 25 kg/m^2 und eine Adipositas ab 30 kg/m^2 , entsprechend der Empfehlung der Universität Hohenheim, definiert.[42]

Bei 36,6% der Kniegelenke/ Patienten verschlechterte sich der BMI bis zur Nachuntersuchung. Patienten die sowohl vor als auch nach der Operation einen hohen BMI hatten, benötigen Gehhilfen (z.B. Gehstöcke, Rollator). In der Pearson Korrelation zeigen WOMAC, KOOS, SF-36 und der KSS signifikante oder marginal signifikante Zusammenhänge zum prä- und postoperativen BMI. Grundsätzlich bedeutet ein Übergewicht bzw. eine Adipositas Schmerzen oder Beschwerden bei Aktivitäten des täglichen Lebens (An- und Auskleiden, ins Auto ein- und aussteigen, Treppensteigen, Stehen u.a.). Erhebliche Einschränkungen ergeben sich darüber hinaus beim Springen, schnellen Laufen, Knien oder Hocken („Sport“). Genauso wie bei Jarvenpää et al. ergeben sich in unserem Patientenkollektiv gleichfalls unzureichende Winkelgrade im Bewegungsumfang bei denen die präoperativ einen hohen BMI hatten. Ebenso auffällig sind der klinische Tibiofemoralwinkel bei Patienten deren BMI bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gestiegen ist. Eine Beziehung zwischen Alter und BMI kann festgestellt werden: Je jünger die Patienten sind, desto höher der BMI und umgekehrt. Gleichfalls kann ermittelt werden, dass marginal signifikant weibliche Patienten erfolgreicher ihren BMI, im Vergleich prä- und postoperativer BMI, senken konnten. Den WOMAC und KSS sahen auch Jarvenpää et al. in einer weiteren Studie als sinnvolle Untersuchungsmethode an. In der eigenen Arbeit ergeben sich ebenfalls statistisch verwertbare Ergebnisse in den WOMAC- und KS-Scores. Bei beiden Scores

werden in Übereinstimmung mit Jarvenpää schlechtere Ergebnisse für Übergewichtige und adipöse Patienten ermittelt.[66]

Man sollte annehmen, dass nach endoprothetischem Ersatz der Kniegelenke die Beschwerden besser werden und somit die Bereitschaft zur körperlichen Bewegung zunimmt. Doch Bewegungsarmut aufgrund von mangelndem Vertrauen in die Prothese, Schmerzen, eine Abhängigkeit von Gehhilfen sowie eine Resistenz Lebensgewohnheiten zu verändern, haben zu keiner Gewichtsabnahme geführt. Für ein besseres Lebensgefühl und die Motivation zur Bewegung, aber auch bei Aktivitäten des täglichen Lebens wäre eine Gewichtsabnahme sowohl präoperativ als auch nach Endoprothesenimplantation zu empfehlen.

Dies unterstützen auch Kerkhoff und Kollegen. Sie sahen in ihrer Metaanalyse eine Senkung postoperativer Komplikationen durch eine vorangegangene Gewichtsreduktion als sinnvoll. Aber es stellt sich die bisher ungeklärte Frage: Was ist mit denen die an einer Gewichtsreduktion scheitern? Sollte vor der Implantation einer Knie-Totalendoprothese eine Adipositaschirurgie stattfinden?[117]

Entgegen der strengen Theorie von Kerkhoff und Kollegen im Bezug auf den BMI und die Möglichkeit der postoperativen Gewichtsabnahme zeigten Baker et al. andere Gesichtspunkte auf.[10,117]

Mit einer Gruppeneinteilung von „Normalgewichtigen“ (BMI unter 25 kg/m²) bis Übergewichtigen (25-30 kg/m²) und Adipösen (30-35, >35 kg/m²) erhoben sie mit dem WOMAC und dem SF-36 Patientenangaben prä- und postoperativ nach einem und 3 Jahren. Es ergaben sich grundsätzlich niedrigere Ergebnisse im WOMAC und SF-36 bei den Übergewichtigen und Adipösen, aber über den gesamten

Nachuntersuchungszeitraum zeigten Probanden mit einem „normalen“ BMI gleiche Verbesserungen wie Patienten mit einem sehr hohen Body-Maß-Index (>35kg/m²).

Auffallend war, dass Patienten mit einem hohen BMI (>35kg/m²) bei gleichen funktionellen Ergebnissen der Kniegelenke unzufriedener waren. 1/3 gaben sogar an, dass sie sich nicht nochmals für eine Operation entscheiden würden. Nach Auffassung von Baker et al. würden Übergewichtige und Adipöse von einer Knie-Totalendoprothese mehr profitieren als Normalgewichtige.[10]

Angaben zur Patientenzufriedenheit, 2. Frage im SF-36 nach „der Gesundheitseinschätzung postoperativ im Vergleich zum Zustand vor der Operation“,

ergeben in der vorliegenden Arbeit keinen signifikanten Kontext zwischen Normal- und Übergewichtigen.

Bei adipösen Patienten ist insbesondere mit einem vorzeitigen Verschleiß und damit einem Wechsel der Endoprothese zu rechnen.[1]

Somit lässt sich eine schwierige Ausgangssituation bei adipösen Patienten im Bezug auf den endoprothetischen Kniegelenkersatz erkennen. Obwohl sich in zahlreichen Studien eine höhere Rate an Komplikationen ergibt, profitieren die Patienten auf der anderen Seite eindeutig durch den operativen Eingriff.[1,10,66,67,118,148]

Schließlich ist diese Erkenntnis auch relevant für die hier vorliegende Arbeit, denn es konnte trotzdem die Mehrzahl ihren BMI (44,6%) senken.

Da epidemiologisch die Zahl der Übergewichtigen zunimmt wird diese Problematik die Orthopädie und die Medizin insgesamt weiterhin beschäftigen und Patienten ebenso wie Behandler vor eine Herausforderung stellen. Aufklärung der Patienten und situationsbezogene Therapiemaßnahmen stehen an erster Stelle.[1,10,65,66,117,128]

4.9 CPR posterior stabilisierte Version

Auffällig häufig haben Patienten mit einer posterior stabilisierten Knie totalendoprothese mehr Schmerzen lt. den verschiedenen Fragebögen (KSS, WOMAC und KOOS), als vergleichsweise Probanden mit einer kreuzbänderhaltenden CPR-Totalendoprothese. Die Patienten mit einer CPR- Knie totalendoprothese vom Typ posterior stabilisierend lassen über die Beantwortung der Fragebögen zusätzlich Einschränkungen im alltäglichen Leben sowie Unzufriedenheit über den allgemeinen Gesundheitszustand erkennen. Diese Items stehen in einem engen kausalen Zusammenhang, denn Schmerzen beim Gehen, Stehen, Treppensteigen oder gar im Liegen schränken die Bewältigung des Alltags ein. Dementsprechend wird die Lebensqualität bei posterior stabilisierenden Prothesen als nicht zufriedenstellend bewertet.

In einer randomisierten, kontrollierten Studie von Choi et al. wurden keine signifikanten Unterschiede im Vergleich einer „kreuzbänderhaltenden Prothese (anterior cruciate retaining(ACR)-Endoprothese)“ mit einer „high- flexion“ posterior stabilisierten Prothese (mit rotierender Plattform) festgestellt. Dem Vergleich zugrundegelegt wurden verschiedene Scores (KSS, WOMAC, „Hospital for Special Surgery“ (HSS)) und es erfolgte eine röntgenologische Auswertung.[30]

Wie auch in dieser Arbeit wurden im Bewegungsumfang keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der beiden Prothesenvarianten ermittelt.[30]

Während der Beobachtungszeitraum bei Choi et al. im Minimum 2 Jahre betrug, ergibt sich im eigenen Kollektiv ein mittlerer Nachuntersuchungszeitraum von 7,4 Jahren. Als positiv hervorzuheben ist, dass in der südkoreanischen Studie zwei gleich große Gruppen von jeweils 85 Patienten verglichen wurden.[30]

In der eigenen Untersuchung konnten im Vergleich zu ACR-Knie-Endoprothesen nur sehr viel weniger posterior stabilisierte Varianten untersucht werden. Somit kann im Bezug auf die Ergebnisse nur von einer tendenziellen Aussage gesprochen werden.

In einer weiteren Studie verglichen Lee et al. 3 Prothesentypen in Bezug auf maximale Flexion, übrige Funktion des Gelenkes und Standzeiten. Es handelte sich um eine Gruppe mit einer kreuzbanderhaltenden Prothese, einer posterior stabilisierenden und einer „high- flexion“ posterior stabilisierenden Prothese. Das durchschnittliche Alter der Patienten lag bei 65-67 Jahren und damit vergleichbar mit dem eigenen Krankengut. Im ersten Nachuntersuchungszeitraum von 2 Jahren war die maximale Flexion der kreuzbanderhaltenden Prothese schlechter als die der „high- flexion“ posterior stabilisierten Knieendoprothese. Allerdings zeigten Funktion, Flexion und Überlebensrate nach 6-8 Jahren keine signifikanten Unterschiede mehr.[87]

Ähnliche Ergebnisse zeigte eine prospektive, randomisierte Studie von Kim et al. beim Vergleich zwischen einer kreuzbanderhaltenden und einer kreuzbandersetzenden (posterior) „high- flexion“ Prothese. Untersuchungskriterien waren auch hier verschiedene Scores (KSS, WOMAC, HSS) und eine röntgenologische Auswertung. Nach einer minimalen Standzeit von 2 Jahren ließen sich auch hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen.[73]

4.10 Gonarthrosetyp

Nahezu ein ¼ der Kniegelenke im eigenen Krankengut entsprachen einer sekundären Gonarthrose. Als Ursache liegen eine rheumatoide Arthritis, Hyperuricämie/Gicht, vorangegangene Meniskektomien oder Tibia-Kopf-Osteotomien sowie Traumafolgen zugrunde.

Nach der Implantation einer Knie-Total-Endoprothese klagten Patienten bei einer sekundären Gonarthrose meist über mehr Schmerzen als Patienten mit einer primären Gonarthrose. Besonders deutlich sind die Unterschiede beim Treppensteigen. Die Zahl

der sekundären Gonarthrosen ist wesentlich geringer im Vergleich zu den primären Gonarthrosen.

Sowohl eine Hyperuricämie, wie sie in der vorliegenden Arbeit in 7 Fällen auftrat, als auch eine Chondrokalzinose zählen zu den metabolischen Erkrankungen.

Einer Publikation von Sonsale et al. konnten Erkenntnisse über die Pathologie der Chondrokalzinose/ „Pseudogicht“ entnommen werden. Die Autoren beschrieben nach einem follow up von 9 Jahren nach der Knieendoprothesenversorgung das Auftreten einer akuten Sepsis ohne Keim-Nachweis, jedoch mit einer massiven Ablagerung von Calciumpyrophosphatdihydratkristallen. Durch Sekretabsaugung, nicht steroidale Antirheumatika(NSAR)- Therapie und Ruhigstellung stellte sich eine schnelle Besserung ein. Eine erneute Nachuntersuchung nach 8 Jahren zeigte asymptomatische Kniegelenke.[140]

Das plötzliche Auftreten einer septischen Entzündung mit Sekretbildung nach einer längeren postoperativen Phase (8 Jahre) beschrieben Levi et al.. Als therapeutische Maßnahmen wurden eine Arthrotomie, ein Debridement, eine Synovialektomie, der Austausch des Polyethyleninlays, die Gabe oraler Steroide und NSAR empfohlen. Basierend auf den genannten Arbeiten ist nach 8-9 Jahren mit einer Komplikation metabolisch erkrankter Patienten bei einer Endoprothese zu rechnen, die sich mit den Symptomen vergleichbar mit einer septischen Entzündung (Gelenkerguß) darstellt.[91]

Bei der eigenen Nachuntersuchung zeigen sich nach einem mittleren follow up von 7,4 Jahren keine akuten Entzündungen.

In Kenntnis vorliegender Publikationen wäre eine engmaschige Kontrolle zu empfehlen.[91,140]

Entzündliche Gelenkerkrankungen, wie zum Beispiel die rheumatoide Arthritis, gelten ebenfalls als Auslöser einer sekundären Gonarthrose.

Das Risiko einer postoperativen Infektion sollte nach Auffassung von van der Heide et al. Beachtung finden.[151]

Die anfänglich gute Funktion einer Knie-Endoprothese kann sich durch das Auftreten eines Infektes verschlechtern. Für die Behandlung einer Endoprotheseninfektion gelten die Kriterien der septischen Chirurgie.

Bongartz, et al. stellten in ihrer 2008 publizierten Studie fest, dass das Risiko einer postoperativen Infektion bei Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis höher sei. $4,3 \pm$

2,4 Jahre war der mittlere Zeitraum nach Implantation einer Hüft- oder Knieprothese bis zum Auftreten einer Infektion.[18]

Um das Risiko einer Infektion nach Endoprothesenimplantation zu minimieren sollten perioperative, prophylaktische Maßnahmen getroffen werden und eine regelmäßige postoperative Verlaufskontrolle über viele Jahre erfolgen.

Im eigenen Krankengut befinden sich vier Patienten mit einer rheumatoiden Arthritis, die keine postoperativen Komplikationen aufweisen.

Suzuki et al. gehen bei posttraumatischen Arthrosen von einem erhöhten Infektionsrisiko aus. Durch Aktenauswertung bezogen sie weitere Items in ihre Untersuchung ein: Alter, Geschlecht, BMI, präoperative Laborwerte (C-reaktives Protein, Blutsenkungsgeschwindigkeit (BSG), Gesamt-Eiweiß im Serum), Operations-, Drainagedauer, Blutverlust, Dauer der antibiotischen Prophylaxe, Primärdiagnose, Raucher/-in, Diabetes mellitus, Steroide oder NSAR-Gabe, vorangegangene Operation/en (z.B. Arthroskopien, Tibiakopfkorrekturosteotomien, offene Osteosynthesen), Reste von Osteosynthese-Material, Knochentransplantate, Patellaersatz und Knochenzement. Von über 1000 Patienten zeigten sich innerhalb von 6-145 Monaten bei 17 Patienten postoperative Infektionen. Als signifikant erwiesen sich das männliche Geschlecht, vorangegangene offene Osteosynthesen, der Verbleib von Osteosynthese-Material, aber auch ein hohes BMI. Zusammenfassend erwiesen sich vorherige Frakturen als allgemein hohes Infektionsrisiko und bedürfen einer entsprechenden Patientenaufklärung sowie der situationsangepassten Therapieplanung vor, während und nach der Endoprothesenimplantation.[148]

Bei 7 Kniegelenken wurde vorangehend eine Tibiakopfkorrekturosteotomie durchgeführt. In der Gesamtbetrachtung sind die Ergebnisse der TKKO-Patienten schlechter im Vergleich mit endoprothetisch versorgten Kniegelenken ohne vorangegangene Osteotomie. Ein vorhandenes Streckdefizit wirkt sich nachteilig auf das Treppensteigen aus und hat darüber hinaus eine Einschränkung der Gehstrecke zur Folge.

Bei 2 versorgten Kniegelenken mit vorangegangener TKKO stellten sich ca. ein ½ Jahr später Komplikationen ein. Mehr als ¼ der Kniegelenke nach TKKO und späterer Totalendoprothesenimplantation mussten im Verlauf mit einer Arthroskopie, einem Debridement, einer Lavage oder einem lateralen Release therapiert werden.

5. Ausblick

Fakt ist, dass das Hauptaugenmerk moderner, fortschrittlicher Endoprothetik auf den wissenschaftlichen und technischen Möglichkeiten in Bezug auf Material und Design der Endoprothesen sowie auf innovative, minimalinvasive, gering traumatisierende Operationsmethoden liegt.[98]

Doch über all diesen medizinischen und ingenieösen Herausforderungen sollte man die epidemiologischen Faktoren nicht vernachlässigen.

Die sogenannte „doppelte Altersdynamisierung“ in Industrieländern beschreibt die steigende Lebenserwartung der Menschen durch die verbesserte medizinische Versorgung. Schließlich steigt die Seniorenczahl in der Gesamtbevölkerung- somit werden prognostisch immer mehr Knieendoprothesen implantiert.[46]

Nicht nur eine höhere Lebenserwartung ist in Industrieländern zu beobachten, sondern auch die Zunahme an übergewichtigen Patienten durch eine Veränderung der Lebensweise. Diese Problematik stellt somit auch die behandelnden Ärzte vor eine komplizierte Aufgabe und die Verantwortung für diese immer weiter zunehmenden Bevölkerungsgruppe eine optimale Versorgung zu gewährleisten.[1,10,65,66,117,128]

Modulare Systeme wurden unter anderem entwickelt um ein hohes Maß an Flexibilität zu erreichen- ergo dem Patienten ein großes Stück Lebensqualität im Bezug auf die Beweglichkeit, korrelierend mit der Zufriedenheit, zurück zu geben.[20,98,99,106,112,137]

Da das PE- Inlay einen entscheidenden Einfluss auf die Funktionalität des gesamten, endoprothetischen Konstrukts hat, hat dies auch die Entwicklung in besonderem Maße beeinflusst. Man wollte mit einer mobilen Auflage (Inlay) den mechanischen Abrieb (Abrasion, Adhäsion, Delamination), welche durch verschiedenste Kräfte (Kompressions-, Scher- und Torsionskräfte) ausgelöst wird, reduzieren, um dem Patienten spätere Revisionsoperationen zu ersparen.[28,43,68,96,105]

Eine Studie von Chavoix et al. über eine „mobile bearing“ Totalknieendoprothese zeigte im klinischen und funktionellen Teil des KSS Verbesserungen in beiden Nachuntersuchungszeiträumen und zum letzten Zeitpunkt nach 5,6 Jahren auch keine Revisionen.[28]

Trotz dieser sehr positiven Ergebnisse kann man viele Studien in der Literatur finden, die längerfristig keinen Unterschied zwischen einem mobilen und fixierten Inlay, in Bewegungsumfang und reduzierter Revisionszahlen, zeigen.[43,68,73,87,96]
Vielmehr nimmt der präoperative „Range of Motion“ lt. Sancheti et al. eine bedeutsame Stellung gegenüber dem Erfolg einer „high flexion“ Prothese ein.[135]

Das allgemeine Design einer Endoprothese und die Beschaffenheit des PE- Inlays haben einen entscheidenden Einfluss.[38,108]

Der Bau der einzelnen Prothesenkomponenten, die Qualitätsverbesserung und die Dicke des Polyethylens, obendrein die zusätzliche Hydroxylapatit-Beschichtung verbessern im Laufe der Zeit die Ergebnisse zementfreier Totalendoprothesen.[38]

In der vorliegenden Arbeit wurden 99 Totalendoprothesen vom Typ „CPR“ zementlos implantiert, aber 3 Femur- und 2 Tibiateile zementiert.

Aktuell wird die Hybridfixierung bevorzugt, das bedeutet dass die Femurkomponente zementfrei und die Tibiakomponente zementiert (PMMA) implantiert wird.[128]

Verschiedenste Meinungen über zementierte oder zementfreie Prothesen zeigen die Ausgewogenheit der Vor- und Nachteile, beziehungsweise die starke Abhängigkeit von der klinischen Situation.

Eine österreichische Studie von Lass et al. ergab nach 6 Jahren keine signifikanten Unterschiede von zementlosen und hybridimplantierten Endoprothesen in klinischen und funktionellen Ergebnissen wie auch postoperativen Komplikationen. Nur bei einer geringen Anzahl (zementlose Gruppe) waren Aufhellungslinien zu erkennen, die aber längerfristig trotzdem eine funktionierende Primärstabilität aufwiesen.[86]

Laut Literatur finden zementierte Versionen vor allem nach Infektionen bereits prothetisch versorgter Kniegelenke Anwendung. Nach Revisionsoperationen mit Knochenzement zeigen sich geringe aseptischen Lockerungen oder inhärente Komplikationen. Zumal man mit antibiotisch versetztem Zement lokal eine Infektion zusätzlich therapieren kann.[54,69]

Trotz der zementunterstützten Primärstabilität gegen Druck-, Scher-, Kipp- und Rotationskräfte, zeigen Knochenzemente auch Nachteile: wie Knochennekrosen durch eine exotherme Abbindereaktion, Degradationen im wässrigen Milieu und massiven Substanzverlust des Knochens bei Revisionen.[105,128]

Wie bereits erwähnt haben qualitätsverbesserte, dicke Polyethyleninlays eine wichtige Aufgabe in der Aufnahme und Verteilung von Kräften. Sie sind dabei starken Verschleißmechanismen ausgesetzt.[28,43,68,96,105]

Die Anfälligkeit des ultrahochmolekularen Polyethylens (UHMWPE) gegenüber Oxidationen und Abrieb gilt es zu verbessern. Der Schlüssel sind quer- bzw. hochvernetzter Polyethylene (X-PE). Diese Vernetzung entsteht durch abwechselndes Bestrahlen (ionisierende Strahlen), unter Sauerstoffausschluss und Erwärmen.[8] Um entstehende Radikale abzufangen wird Vitamin E beigemischt, das die Bildung weiterer freier Radikale verhindert.[109]

Simulationsstudien zeigen herabgesetzte Abriebmengen des X-PE im Vergleich mit konventionellem UHMWPE.[160]

Galvin et al. stellten fest, dass X-PE eine geringere biologische Aktivität als UHMWPE aufzuweisen scheint.[49]

Im Unterschied zu quervernetzten Polyethylenen, die schon mehrere Jahre im klinischen Einsatz sind, muss man auf Langzeitergebnisse mit quer-, hochvernetzten, Vitamin- E beigesezten Polyethylenen in der Knieendoprothetik noch warten.[8]

Auf dem Endoprothesenforum 2012 in Münster stellte Prof. Dr. Robert Streicher (Technische Hochschule Zürich) derzeitig verwendete Materialien der Knieendoprothetik vor: für das Femurteil werden die Legierungen Cobalt-Chrom-Molybdän/ Titan-Niob und Zirkonium-Niob (oxidiert) verwendet. Cobalt-Chrom-Molybdän und Titan-64 WF (gespannt) sind die Verbindungen für den Tibiaoberflächenersatz. In der vorliegenden Arbeit ist das Grundmaterial aus Titan, die zementierte Version ist Niob- und das zementfreie Implantat ist mit Hydroxylapatit beschichtet.

Ein Arbeitsbericht der TAB (Büro für Technikfolgen- Abschätzung beim Deutschen Bundestag) „Individualisierte Medizin und Gesundheitssystem“ (Juni 2008 von Bärbel Hüsing, Juliane Hartig, Bernhard Bühlen, Thomas Reiß, Sybille Gaisser) prognostizierte auf dem Endoprothesenforum 2012 in Münster, dass statistisch bis 2015 eine Entwicklung bioaktiver Keramiken und Polymere, die CT (Computertomographie)-individuell hergestellten keramischen Implantate und bis 2025 die Nutzung von Nanopartikeln für Implantate realisierbar wären.

Die individuelle Prothese wird mit einer auf einem CT-basierten Software konstruiert und in ein Stereolithographiemodell umgesetzt. Dieses Implantat ist aus einer Titan-Aluminium-6V4 Verbindung, wie Dr. Stefan Hanusek (Endoprothesenforum 2012 in Münster, PMI- Endoprothetik Biomet) vorstellte.

Die wichtigsten, zukünftigsten, „high-end“ Versorgungungen sind somit individuell hergestellte Instrumente und Prothesen. CT- oder MRT (Magnetresonanztomographie) Planungen und die moderne Informationstechnologie sind die Basis dieser Verfahren. Prof. Dr. Andreas Kurth (Endoprothesenforum 2012 in Münster) beschrieb die Einfachheit der Anwendung , die gesteigerte Zuverlässigkeit und Rekonstruktion als klare Vorteile der „personalisierten Instrumente“.

Des weiteren gelten exakte Knochenschnitte, präzise Implantatauswahl, ein niedriger Blutverlust, eine geringere Emboliegefahr, die Reduktion der Instrumentenzahl, die Weichteilschonung und die geringe Traumatisierung trotz schwieriger, anatomischer Verhältnisse, als erstrebenswerte Ziele in der personalisierten Medizin.

In die Thematik der patientenindividualisierten Chirurgie reiht sich ebenfalls die navigierte oder computerassistierte Operation ein.

Lützner, J. et al. erkannten in ihrer Studie von 2008 im Vergleich konventionell implantierter Knieendoprothesen zu computerassistierter Implantation keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf das Auftreten von mechanischen Achsfehlstellungen. Allerdings war die Zahl der „Ausreißer“ in der Gruppe der navigierten Implantationen geringer.[95]

In einer weiteren Studie an der Lützner, J. (2005) beteiligt war, wurde die Kosteneffizienz einer solchen Operationsmethode analysiert, da die computerassistierte Kniealloarthroplastik bisher als sehr kostenaufwendig gilt. Ab einer Implantationszahl von mehr als 50 Endoprothesen pro Jahr erschien dieses Verfahren als wirtschaftlich favorisierbar. Allerdings ließe sich erst in Langzeitergebnissen und somit in der Reduktion von Revisionen und besseren klinischen Resultaten die Kosteneffizienz feststellen.[27]

Trotz der in vielen deutschen Kliniken angewendeten navigationsgestützten Kniegelenksendoprothesenoperationen und der effektiven Beurteilung der Anwender dieser Neuerung (Erzielen einer neutralen Beinstellung, optimierte Resektionsgenauigkeit, bandspannungsorientierte Rotationsausrichtung, Weichteilbalancing), stehen somit neben den immensen Kosten auch verlängerte OP-

Zeiten, hohe Lernkurve, zusätzliche Instrumente und intraoperative Planung als negative Aspekte gegenüber.[9,27,31,141,142]

Den Fortschritt der personalisierten Medizin sah auch die Bundesregierung als notwendig an. In einem Artikel des „Spiegels (32/2011; 08.08.2011)“ sprach die damalige Forschungsministerin Annette Schavan bis 2014 ca. 6 Millionen Euro der Gesundheitsforschung, Schwerpunkt u.a. individualisierte Medizin, zu.

Durchdachte Instrumente, intensive Schulungskonzepte und die Forderung sinnvoller Lösungskonzepte zur Minimierung von langen Operationszeiten und der hohen Komplexität navigierter Eingriffe sollen den behandelnden Arzt unterstützen dem Patienten eine personenbezogene, optimale Behandlung und Therapie anbieten zu können.

Dabei wird die Zusammenarbeit der Ärzte mit der Industrie zur Entwicklung komplexer Versorgungsverfahren unabdingbar sein.[98]

6. Zusammenfassung

Von Februar 2009 bis April 2010 fand im Rahmen einer mittelfristigen, retrospektiven Studie eine Nachuntersuchung der bikondylären, nicht geführten CPR-Knietotalendoprothese im Mediclin Waldkrankenhaus Bad Döben statt. Die Mehrzahl der 84 Patienten, entsprechen 106 Kniegelenken, bekamen ihren endoprothetischen Oberflächenersatz 2000-2003 implantiert. Der postoperative Zeitraum ist im Mittel 7,36 Jahre. Einer klinischen Untersuchung unterzogen sich 44 Patienten (56 KG), 40 (50 KG) beantworteten ausschließlich Fragebögen und von 41 Patienten (53 KG) standen Röntgenbilder zur Auswertung zur Verfügung. 53 weibliche, mit einem mittleren Alter von $67,3 \pm 0,82$ Jahren und 29 männliche Probanden, durchschnittlich $67,4 \pm 0,91$ Jahre, erklärten sich bereit an der Studie teilzunehmen. Durch eine anonyme Rücksendung der Fragebögen konnten von zwei Patienten Informationen aus den Patientenakten nicht zur statistischen Auswertung herangezogen werden. Insgesamt 189 Personen wurden kontaktiert, die in den Jahren 2000-2003 eine CPR-Prothese implantiert bekamen. 21 waren zu diesem Zeitpunkt bereits verstorben, 59 Patienten lehnten u.a. aus Unzufriedenheit, Desinteresse, eingeschränkter Reisefähigkeit sowie räumlicher Distanz eine Nachuntersuchung ab. 72 Fragebögen wurden verschickt. Durch einen Hausbesuch und die ausgeführte klinische Untersuchung einer Ärztin konnten zwei weitere Patienten einbezogen werden. Zwei Fragebögen konnten wegen Unvollständigkeit nur teilweise berücksichtigt werden.

Zu den objektiven Ergebnissen zählen der BMI und die Auswertung der Röntgenbilder. Anhand festgelegter Messpunkte wurden Femur-, Tibiateil-, Femurbeuge-, Tibiawinkel und die mechanische Achse bestimmt. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte in allen Fällen kein röntgenologischer Varus festgestellt und ein achsgerechten Endoprothesensitz ermittelt werden. 9 Tibia- und 4 Femurkomponenten zeigten im Interface Aufhellungssäume bis maximal 2mm, welche in einem Fall Femur- und Tibiakomponente gleichzeitig betrafen. Der bei 6 Patienten vorgenommene retropatellare Gelenkflächenersatz ist in allen Fällen röntgenologisch unauffällig. Korreliert wurden die Aufhellungen am Knochen-Implantat-Interface und die Winkel mit dem BMI, der Zufriedenheit, den Komplikationen und einer vorangegangenen TKKO. Je höher der BMI der Patienten vor der Operation war oder eine TKKO vorausgegangen war, desto größer ist auch der radiologische Femurbeugewinkel γ . Ein großer Tibiawinkel δ und keine röntgenologischen Aufhellungen am Tibiateil-Knochen-

Interface bei lat. Projektion stehen mit einer hohen Patientenzufriedenheit in einem signifikanten Zusammenhang.

Ein Übergewicht/Adipositas mit einem BMI-Mittelwert von $31 \text{ kg/m}^2 \pm 0,37$ wurde bei 103 Patienten zum Zeitpunkt der Operation dokumentiert. 44,6% konnten ihren BMI senken, bei 36,6% der Patienten nahm der BMI zu. Ein postoperativer mittlerer BMI von $31 \text{ kg/m}^2 \pm 0,47$ wurde bei 101 Patienten erhoben. Also ein im Mittel nicht veränderter BMI.

Der KSS gilt als objektiv-subjektiver Fragebogen, der in der vorliegenden Arbeit von der klinisch untersuchten Gruppe vollständig ausgefüllt wurde und nur der subjektive Teil der Fragebögen auf dem Postweg. Ein zufrieden stellender Range of Motion von 110° wurde gemessen, ein stabiles Gelenk in mediolateraler und sagittaler Richtung, durchschnittliche Kontrakturen von $11-15^\circ$ ausgehend von 120° , die Mehrzahl der Untersuchten hatte kein bis max. 10° Streckdefizit und $\frac{3}{4}$ der Patienten hatten einen achsgerechten Tibiofemoralwinkel von $5-10^\circ$. Grundsätzlich schlechtere Werte erreichte die Gruppe, die nur die subjektiven Fragen beantworteten. Über die Hälfte der Patienten beider Gruppen benötigten keine Gehhilfen oder ein Geländer beim Treppensteigen. In der Gruppe der klinisch Nachuntersuchten hatte die Mehrzahl keine bis geringe, gelegentliche Schmerzen und konnte nach der Operation uneingeschränkt bis $<1 \text{ km}$ Gehstrecke zurücklegen.

Die rein subjektiven Fragebögen WOMAC und KOOS zeigten geringe Schmerzproblematiken sowie wenig Steifigkeitspotential der operierten Kniegelenke. Im KOOS wurden Springen, Knien und schnelles Laufen in Form sportlicher Aktivität als nahezu unmöglich eingeschätzt. Die Bewältigung alltäglicher Aufgaben und Tätigkeiten (WOMAC, KOOS, SF-36) wiesen für die Patienten teilweise Einschränkungen auf, diese konnten aber mit Hilfe eines erhöhten Zeitaufwandes oder durch Veränderungen des normalen Bewegungsablaufes bewältigt werden. Die Lebensqualität der mit einer Knieendoprothese versorgten Individuen war gegenüber Gesunden verändert, jedoch konnten sich die Betroffenen daran meist anpassen.

Insgesamt wurde von 74,5% der operierten Patienten der postoperative Gesundheitszustand als viel bis etwas verbessert eingestuft.

Verglichen wurden u.a. posterior stabilisierende (11 KG) mit kreuzbanderhaltenden (92 KG) CPR-Knieendoprothesen. In der vorliegenden Studie führte die posterior stabilisierende Endoprothese zu mehr Schmerzen und Problemen bei alltäglichen

Aufgaben und negative Beeinflussung der Lebensqualität im Vergleich zu Patienten mit einer kreuzbanderhaltenden Prothese.

Des weiteren wurden primäre (81 KG) und sekundäre (22 KG) Gonarthrosen gegenübergestellt. Im KSS zeigte sich bei sekundären Gonarthrosen mehr Schmerzen im Vergleich zu primären Gonarthrosen.

Genauer wurden sekundäre Gonarthrosen nach TKKO untersucht. Eine vorausgegangene TKKO beeinflusste Schmerzen, Streckdefizit und Gehleistung im KSS negativ.

Wie nicht anders zu erwarten erschwerte ein hoher BMI (Übergewicht oder Adipositas) die Bewältigung alltäglicher Aufgaben, nicht zuletzt wegen bestehender Schmerzen und den Gebrauch von Gehhilfen. Die Unfähigkeit zu sportlichen Aktivitäten beeinflusste die Möglichkeit der Gewichtsabnahme zusätzlich. Patienten die einen geringen BMI hatten oder diesen senken konnten, statistisch mehr Frauen, hatten offensichtlich weniger Schmerzen und Alltagsprobleme.

Eine hohe Zufriedenheit ergab sich bei wenig Schmerzen, fehlendem Streckdefizit, guter Beugefähigkeit und psychischer Gesundheit.

7. Summary

In the context of a medium-term, retrospective study, follow-up exams of the bicompartimental, unguided CPR total knee replacement were conducted in the Mediclin hospital „Waldkrankenhaus“ Bad Döben from February 2009 to April 2010. The majority of the 84 patients, 106 knee joints, respectively, were implanted with their endoprosthetic knee replacements in the years 2002 and 2003. The postoperative phase has a mean length of 7.36 years. 44 patients (56 knee joints) received a physical, 40 (50 knee joints) only answered questionnaires and of 41 patients (53 knee joints) x-ray images were available for review and analysis. 53 female subjects with a mean age of 67.3 years and 29 male subjects of an average age of 67.4 years agreed to participate in the study. Because two of the subjects returned their questionnaires anonymously, it was impossible to include information from their patient files in the statistical analysis. In total, 189 people who received CPR-prosthesis implants between 2000 and 2003 were contacted. 21 were deceased at the time of contact, and 59 patients rejected a follow-up exam due to dissatisfaction, lack of interest, limited ability to travel as well as large distance to the location of the study, among other reasons. 72 questionnaires were sent out. 2 additional patients could be included by providing a home visit and a clinical exam conducted by a physician. 2 questionnaires could only be considered to a limited extent due to their incomplete status.

The objective results include the BMI and the analysis of x-ray images. Based on pre-determined measuring points, the femoral angles, the angles between the position of the tibial endoprosthesis and the tibial axis, the femoral flexion angles, the tibial angles as well as the mechanical axis were measured. In all cases, at the time of the follow-up exam no radiological varus could be determined and patients presented with axis-compatible fit of the endoprosthesis. 9 tibial and 4 femoral components presented in the interface with radioluscent lines of up to 2 mm, and in one case the tibial and femoral components were affected simultaneously. The retropatellar replacement performed in 6 patients presented with normal x-rays in all cases. The translucency in the bone endoprosthesis interface and the angles were correlated with the BMI, the patient satisfaction and the complications in a previous tibial osteotomy. The higher the BMI of the patients prior to surgery or if a tibial osteotomy preceded the surgery, the larger is the radiologic femur flexion angle γ . A large tibial angle δ and no radiological

translucency at the tibial endoprosthesis-bone interface in lateral projection significantly correlate with high patient satisfaction.

For 103 patients obesity/adiposity with a mean BMI of $31 \text{ kg/m}^2 \pm 0.37$ was documented at the time of surgery. 44.6% could lower their BMI, for 36.6% of patients the BMI increased. A post-operative mean BMI of $31 \text{ kg/m}^2 \pm 0.47$ was measured for 101 patients. Therefore the mean BMI stayed unchanged.

The KSS is regarded as an objective-subjective survey, which was completely filled out by the clinically examined group within the scope of this thesis. The subjective part of the survey was submitted via snail mail. In addition to a satisfactory range of motion of 110° , a stable joint in mediolateral and sagittal direction, average contractures of 120° (originating from $11\text{-}15^\circ$) was measured, the majority of the patients showed no or up to 10° of a stretch deficit, and $\frac{3}{4}$ of the patients showed an axis-compatible tibial femoral angle of $5\text{-}10^\circ$. The group of patients who only submitted the subjective surveys had significantly worse data. More than half of the patients of both groups did not require a walking aid or a railing when climbing stairs. Within the group of patients who had a clinical follow-up exam, the majority of patients reported no to minor occasional pain and was able to walk a distance of up to 1 km without limitations post surgery.

The purely subjective surveys WOMAC and KOOS revealed minor pain as well as limited stiffness potential of the operated knee joints. In KOOS, jumping, kneeling and fast jogging in the form of physical exercise was seen as almost impossible. The completion of daily chores and activities (WOMAC, KOOS, SF-36) showed partial limitations for patients, however, they could be completed by investing additional time or altering the original flow of motion. Quality of life for individuals with total knee endoprotheses was different compared to healthy individuals, however most of the affected individuals were able to adapt to it.

In total, the post-operative quality of health of 74.5% of the operated patients was rated as somewhat to significantly improved.

Included in the comparison were posterior stabilizing (11 KG) and cruciate knee ligament maintaining (92 KG) CPR knee endoprotheses, among others. In the present study the posterior stabilizing endoprosthesis caused more pain and limitations in the completion of daily activities as well as a decreased quality of life than the cruciate knee ligament maintaining endoprosthesis.

Additionally, primary (81 KG) and secondary (22 KG) gonarthroses were compared. The KSS revealed more pain with secondary gonarthroses than with primary gonarthroses.

More specifically, secondary gonarthroses post tibial osteotomies were examined. The KSS revealed that a tibial osteotomy prior to surgery negatively impacted pain, stretch deficit and walking ability.

As expected, a high BMI (obesity or adiposity) increased limitations in the completion of daily activities, not least because of pain and the use of walking aids. The inability to engage in physical activity further prevented any weight loss. Patients with a lower BMI, or patients who were able to lower their BMI (statistically more women) presented with less pain and limitations in their daily lives.

High patient satisfaction depended on minor pain, no stretch deficit, satisfactory ability to bend joints as well as psychological health.

8. Abkürzungsverzeichnis

ACR	anterior cruciate retaining
Ages	allgemeiner Gesundheitszustand
ant.	anterior
a.p.	anteroposterior
APS	atmospheric spray Verfahren
AQUA	angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen Göttingen
Art.	Articulatio
BMI	Body Mass Index
BMP	Bone Morphogenetic Protein
CT	Computertomografie
EmRo	emotionale Rollenfunktion
HHS	hospital for special surgery
IQOLA	international quality of life assesment group
KG	Kniegelenk
KöFu	körperliche Funktionsfähigkeit
KöRo	körperliche Rollenfunktion
KOOS	knee injury and osteoarthritis outcome score
KSS	knee society score
lat.	lateral
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
M.	Musculus
MRT	Magnetresonanztomografie
med.	medial
Mm.	Musculi
NSAR	nichtsteroidale Antirheumatika
PE	Polyethylen
PMMA	Polymethylmetacrylat
post.	posterior
Psyc	seelische Funktionsstörung
S.aureus	Staphylococcus aureus
Schm	Schmerzen
SF-36	Short Form-36
SoFu	soziale Funktionsfähigkeit
sup.	superior
TKA- RESS	total knee arthroplasty roentgenografic evaluation and scoring system
TKKO	Tibiakopfkorrekturosteotomie
UHMWPE	ultra high molecular weight polyethylene
Vita	Vitalität und körperliche Energie
vs.	versus
WOMAC	Western Ontario and Mc Masters Universities osteoarthritis index

9. Literaturverzeichnis

- 1 **AAHKS** (Workgroup of the American Association of Hip and Knee Surgeons Evidence Based Committee)(2013): Obesity and total joint arthroplasty. A literature based review, J Arthroplasty 2013 May 28 (5), S. 714-721.
- 2 **Ahlbäck, S.**(o.J.): Osteoarthritis of the knee-A radiographic investigation, Acta Radiol. (Suppl.) 277, S. 7-71.
- 3 **Amir, T.**(2007): Arthrose evaluieren-Assessment. WOMAC. Physiopraxis 2007 5(6), Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, S. 36-37.
- 4 **Andriacchi, T.P., Ogle, J.A., Galante, J.O.**(1977): Walking speed as a basis for normal and abnormal gait measurements, J Biomechanics 10, S. 261-268.
- 5 **Angst, F., Aeschlimann, A.**(2002): PostScript. Matters Arising. Comparison of WOMAC with SF-36 for OA of the knee or hip. Authors' response, Ann Rheum Dis (2002) 61, S. 182-183.
- 6 **AQUA** (Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH)(2012): Bundesauswertung zum Erfassungsjahr 2011, 17/5 – Knie-Totalendoprothesen-Erstimplantation Qualitätsindikatoren, www.aqua-institut.de (25.01.2013).
- 7 **Archibeck, M.J., White, R.E.**(2002).: What's new in adult reconstructive knee surgery, J Bone Joint Surgery-Am 2002 84-A(9), S. 1719–1726.
- 8 **Bader, Prof.Dr.med. Dipl.-Ing. R., Zietz, Dipl.-Ing. C.**(2010): XPE-Quervernetzte Polyethylene, Berliner Seminare, (Hrsg.) Biomet Deutschland Thomas Schüssler, Ausgabe 2010/1, S. 29-30, http://www.biomet.de/userfiles/files/Berliner%20Briefe/BerlinerSeminar_2010_1.pdf (16.06.2013).

- 9 **Bäthis, H.,** Tingart, M., Perlick, L., Grifka, J.(2003): Stellenwert der Navigation in Deutschland, Deutscher Orthopädenkongress 2003, Abstracts der wissenschaftlichen Beiträge, Thieme Verlag , Z Orthop 141, S. 58.

- 10 **Baker, P.,** Muthumayandi, K., Gerrand, C., Kleim, B., Bettinson, K., Deehan, D.(2013): Influence of body mass index (BMI) on functional improvements at 3 years following total knee replacement. A retrospective cohort study, Institute of Cellular Medicine Newcastle University, PLoS One.2013,8(3), e59079.

- 11 **Ballreich, R.,** Baumann, W., Preiss, R.(1988): Grundlagen der Biomechanik des Sports. Probleme, Methoden, Modelle, Enke, Stuttgart.

- 12 **Barbezat, G.,** Schmid, J.(2001): Plasmabeschichtungen Zylinderkurbelgehäusen und ihre Bearbeitung durch Honen, MTZ- Motortechnik Zeitschrift April 2001 Volume 62 Issue, S. 314.

- 13 **Bellamy, N.**(2003): WOMAC Osteoarthritis Index, User guide VI., Queensland Australia.

- 14 **Bellamy, N.,** Campbell, J., Stevens, J. et al. (1997): Validation study of a computerized version of the Western Ontario and McMaster Universities. VA3.0 Osteoarthritis Index, J Rheumatol 24 1997, S.2413-2415.

- 15 **Bleymüller, Gehlert(o.J.):** Formeln, Tabellen und Programme, Verlag Vahlen.

- 16 **Bleymüller, Gehlert, Gülicher(o.J.):** Statistik für Wirtschaftswissenschaftler, Verlag Vahlen.

- 17 **Böhm, P.,** Holy, T.(2003): Die achsgeführte Knieprothese. Überholtes Urmodell oder wertvolles Implantat zur Versorgung schwieriger Fälle?, Zentralbl Chir 128 (1) 2003, S. 64-69.

- 18 **Bongartz, T.**, Halligan, C.S., Osmon, D.R, Reinalda, M.S., Bamlet, W.R., Crowson, C.S., Hanssen, A.D., Matteson, E.L.(2008): Incidence and risk factors of prosthetic joint infection after total hip or knee replacement in patients with rheumatoid arthritis, Mayo Clinic College of Medicine, Division of Rheumatology, Rochester, Arthritis Rheum. 2008 Dec.15 59(12), S. 1713-1720.

- 19 **Bortz, Schuster**(2010): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler, 7. Auflage. Springer Verlag.

- 20 **Bourne, R.B.**, Chesworth, B.M., Davis, A.M, Mahomed, N.N, Charron, K.D.J.(2010): Patient Satisfaction after Total Knee Arthroplasty. Who is Satisfied and Who is Not?, Clin Orthop Relat Res.2010 Jan. 468(1), S. 57–63.

- 21 **Büttner, R.**, Thomas, C.(2003): Allgemeine Pathologie, Schattauer Verlag.

- 22 **Bullens, P.**, van Loon, C., de Waal Malefijt, M.(2001): Patient satisfaction after total knee arthroplasty. A comparison between subjective and objective outcome assessments, J Arthroplasty 2001 Sep. 16(6), S. 740-747.

- 23 **Bullinger, M.**(1995): German translation and psychometric testing of the SF-36. Health Survey. Preliminary results from the IQOLA Projekt, International Quality of Life Assessment, Soc Sci Med 1995 41(10), S. 1359-1366.

- 24 **Bullinger, M.**, Kirchberger, I.(1995): Der SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handbuch für die deutschsprachige Fragebogenversion, Medical Outcomes Trust Boston MA.

- 25 **Bullinger, M.**, Kirchberger, I.(1998): SF-36. Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung, Hogrefe, Göttingen.

- 26 **Bullinger, M.**, Kirchberger, I., Ware, J.(1995): Der deutsche SF-36 Health Survey. Übersetzung und psychometrische Testung eines krankheitsübergreifenden Instruments zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften 3, S. 21-36.

- 27 **Cerha, O., Kirschner, S., Günther, K.P., Lützner, J.**(2009): Cost analysis for navigation in knee endoprosthetics, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Technische Universität Dresden, Orthopade. 2009 Dec. 38(12), S. 1235-1240.

- 28 **Chavoix, J.B.**(2013): Functionality and Safety of an Ultra-Congruent Rotating Platform Knee Prosthesis at 5.6 Years. More than 5- Year Follow-Up of the e.motion ((®)) UC-TKA, Clinique St. Joseph Angouleme, Open Orthop J.2013 May 17(7), S.152-157.

- 29 **Chiropro(o.J.):** CPR-Kniegelenksendoprothese, nach Firmenprospekt, S. 1.

- 30 **Choi, W.C., Lee, S., Seong, S.C., Jung, J.H., Lee, M.C.:** Comparison between standard and high-flexion posterior-stabilized rotating-platform mobile-bearing total knee arthroplasties. A randomized controlled study, Department of Orthopaedic Surgery Seoul, J Bone Joint Surg Am. 2010 Nov.17 92(16), S. 2634-2642.

- 31 **Clemens, U., Miehke, R.K., Geyer, R.**(2003): Navigation der Femurkomponente zur Optimierung der Weichteilspannung, Deutscher Orthopädiekongress 2003. Abstracts der wissenschaftlichen Beiträge, Thieme Verlag, Z Orthop 14, S. 58.

- 32 **Cloutier, J., Sabouret, P., Deghrar, A.**(2001): Total knee arthroplasty with retention of both cruciate ligaments. A 9 -11 year follow-up study, Eur J Orthop Surg Traumatol 11(1), S. 41-46.

- 33 **Contini, R.**(1970): Prosthetic devices study final report, Bull Prosthet Res Fall 1970 10(14), S. 154-176.

- 34 **Davis, A.M., Agnidis, Z., Badley, E.**(2006): Predictors of functional outcome two years following revision hip arthroplasty, J Bone Joint Surg Am 2006 88, S. 685-691.

- 35 **Debrunner, A.M.**(1988): Orthopädie. Störung des Bewegungsapparates in Klinik und Praxis, Verlag Hans Huber, Bern, S. 79-84.

- 36 **Diduch, D., Insall, J., Scott, W.**(1997): Total knee replacement in young, active patients. Long-term follow-up and functional outcome, J Bone Joint Surg Am Apr. 79(4), S. 575-582.
- 37 **Dowsen, D.**(1979): History of Tribology, Longman, London.
- 38 **Drexler, M., Dwyer, T., Marmor, M., Abolghasemian, M., Sternheim, A., Cameron, H.U.**(2012): Cementless fixation in total knee arthroplasty. Down the boulevard of broken dreams – opposes, Holland Orthopaedic&Arthritic Centre, Sunnybrook Health Sciences Centre, Holland Orthopaedic&Arthritic Centre Toronto, J Bone Joint Surg Br.2012 Nov. 94(11 Suppl A), S. 85-89.
- 39 **Duffy, G., Berry, D., Rand, J.**(1998): Cement versus cementless fixation in total knee arthroplasty, Clin Orthop Nov. 356 1998, S. 66-72.
- 40 **Ebermann, E.**(o.J.): Grundlagen statistischer Auswertungsverfahren.
3.1.3.3.2 Nachweis der Normalverteilung-Kolmogorov-Smirnov-Test, Institut für Kultur- und Sozialanthropologie,
<http://www.univie.ac.at/ksa/elearning/cp/quantitative/quantitative-61.html>
(11.01.2014).
- 41 **Engelbrecht, E., Buchholz, H.W.**(1983): Zur Entwicklung in der Knieendoprothetik, Der Krankenhausarzt 56 1983, S.511-515.
- 42 **Erhardt, Dr. J.:**Hohenheim Universität,
<https://www.unihohenheim.de/wwwin140/info/interaktives/bmi.htm> (06.02.2013).
- 43 **Eulert, J., Hassenpflug, J.**(2001): Praxis der Knieendoprothetik., Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- 44 **Ewald, F.C.**(1989): The Knee Society Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System, Clin Orthop Relat Res 248 Nov. 1989, S. 9-12.

- 45 **Falk, M.** et al.(2002): Foundations of statistical analyses and applications with SAS, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
- 46 **Feiste, P., Merk, H.**(2002): Vergleichende Analyse des Gangbildes bei Patienten mit degenerativer Gonarthrose vor und nach Implantation einer Kniegelenkendoprothese mit Hilfe der Ganganalyse, Inaugural-Dissertation Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, S. 3,7-10,41-42,45-47.
- 47 **Feng, B., Wenig, X., Lin, J., Jin, J., Wang, W., Qiu, G.**(2013): Long-Term Follow-Up of Cemented Fixed-Bearing Total Knee Arthroplasty in a Chinese Population. A Survival Analysis of More Than 10 Years, J Arthroplasty. 2013 Dec, 28(10):1701-1706.
- 48 **Fuchs, S., Friedrich, M.**(2000): Beeinflussungsmöglichkeiten von Kniegelenkscores. Unfallchirurg 103 2000, S. 44-50.
- 49 **Galvin, A.L., Tipper, J.L., Jennings, L.M., Stone, M.H., Jin, Z.M., Ingham, E., Fisher, I.**(2007): Wear and biological activity of highly crosslinked polyethylene in the hip under low serum protein concentrations, Proc Inst Mech Eng H 2007 Jan. 221(1), S. 1–10.
- 50 **Gandek, B., Ware, J.E. Jr., Aaronson, N.K., Alonso, J., Apolone, G., Bjorner, J., Brazier, J., Bullinger, M., Fukuhara, S., Kaasa, S., Lepledge, A., Sullivan, M.**(1998): Tests of data quality, scaling assumptions, and reliability of the SF-36 in eleven countries. Results from the IQOLA Project- International Quality of Life Assessment, J Clin Epidemiol 1998 51(11), S. 1149-1158.
- 51 **Gandek, B., Ware, J.E., Aaronson, N.K., Apolone, G., Bjorner, J.B., Brazier, J.E., Bullinger, M., Kaasa S., Lepledge, A., Prieto, L., Sullivan, M.**(1998): Cross Validation of Item Selection and Scoring for the SF-12 Health Survey in nine Countries. Results from the IQOLA Project- International Quality of Life Assessment ,J Clin Epidemiol 51 (11) 1998, S. 1171-1178.

- 52 **Georges, K. E.**(1998): Ausführliches lateinisch-deutsches Handwörterbuch, Band 1, Hannover 8 1913 Nachdruck Darmstadt 1998, Sp. 832 (08.10.2012).
- 53 **Gill, G., Joshi, A., Mills, D.**(1999): Total condylar knee arthroplasty. 16- to 21-year result, Clin Orthop Oct. 367 1999, S. 210-215.
- 54 **Greene, J.W., Reynolds, S.M., Stimac, J.D., Malkani, A.L., Massini, M.A.**(2013): Midterm results of hybrid cement technique in revision total knee arthroplasty, Department of Orthopaedic Surgery University of Louisville, J Arthroplasty.2013 Apr. 28(4), S. 570-574.
- 55 **Grimer, R.J., Karpinski, M.R.K., Edwards, A.N.**(1984): The Long-Term Results of Stanmore Total Knee Replacements, J Bone Joint Surg Br 66 (1) 1984, S. 55-62.
- 56 **Grüner, S.**(1995): Vortrag anlässlich der 78. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik.
- 57 **Gschwend, N., Ivosevic-Radovanovic,D.**(1988): Proven and nonproven facts in the knee arthroplaty. Results with a semiconstraint GSB-Prothesis, Arch Orthop Trauma Surg 107 1988, S. 140-147.
- 58 **Hame, S.L., Alexander, R.A.**(2013): Knee osteoarthritis in women, Division of Sports Medicine, David Geffen School of Medicine at UCLA, Curr Rev Musculoskelet Med. 2013 Jan. 6(2), S.182-187.
- 59 **Harrington, I.J.**(1983): Static and dynamic loading patterns in knee joint with deformities, J Bone Joint Surg 65A 1983, S. 247-259.
- 60 **Hassenpflug, J.**(2003): Gekoppelte Knieendoprothesen, Orthopäde 32 2003, S. 484-489.
- 61 **Hawk, A.**(1993): Recreating the knee. The history of the knee arthroplasty, Caducens Winter 9 1993, S. 175-194.

- 62 **Hui**, F.C., Fitzgerald, R.H.(1980): Hinged Total Knee Arthroplasty, J Bone Joint Surg Am 62 (June)1980, S. 513-519.
- 63 **Huisker**, I.R.(1993): Normal Knee Joint Kinematics with Regard to Total Knee Replacement, Int Orthop 17 (4 Suppl) 1993, S. 4-7.
- 64 **Insall**, J.N., Dorr, L.D., Scott, R.D., Scott, W.N.(1989): Rationale of the Knee Society Clinical Rating System, Clin Orthop Relat Res 248 Nov. 1989, S. 13-14.
- 65 **Järvenpää**, J., Kettunen, J., Kröger, H., Miettinen, H.(2010): Obesity may impair the early outcome of total knee arthroplasty, Faculty of Medicine, University of Kuopio, Scand J Surg.2010 99(1), S. 45-49.
- 66 **Järvenpää**, J., Kettunen, J., Soininvaara, T., Miettinen, H., Kröger, H.(2012): Obesity has a negative impact on clinical outcome after total knee arthroplasty, University of Eastern Finland, Scand J Surg.2012 101(3), S. 198-203.
- 67 **Jain**, Dr. A.(2006): Lineare Transformation. Einführung Regression Vorlesung Statistik 1(5. Stunde), WS 2006/07 22.11.2006., <http://www.psych-methoden.uni-koeln.de/veranstaltungen/methoden/statistik/ws0607/vorlesung/Statistik-I-Vorlesung-05.pdf> (28.10.2012).
- 68 **Jerosch** , J., Heisel, H.(1999): Knieendoprothetik, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Münster.
- 69 **Jia**, Y.T., Zhang, Y., Ding, C., Zhang, N., Zhang, D.L., Sun, Z.H., Tian, M.Q., Liu, J.(2012): Antibiotic-loaded articulating cement spacers in two-stage revision for infected total knee arthroplasty. Individual antibiotic treatment and early results of 21 cases, Department of Orthopaedic Surgery Tianjin , Chin J Traumatol.2012 Aug 1 15(4), S. 212-221.
- 70 **Johnson**, D.P., Eastwood, D.M.(1992): Lateral patellar release in knee arthroplasty. Effect on wound healing, J Arthroplasty 7 Suppl 1992, S. 427-431.

- 71 **Jones**, E.C., Insall, J.N., Inglis, A.E., Ranawat C.S.(1979): Guepar Knee Arthroplasty Results and Late Complications, Clin Orthop Relat Res 140 (May) 1979, S. 145-152.
- 72 **Kiebzak**, G.M., Vain, P.A., Gregory, A.M., Mokris, J.G., Mauerhan, D.R.(1997): SF-36 general health status survey to determine patient satisfaction at short-term follow-up after total hip and knee arthroplasty, Miller Orthopaedic Clinic Charlotte, J South Orthop Assoc. 1997 Fall 6(3), S. 169-172.
- 73 **Kim**, Y.H., Choi, Y., Kwon, O.R., Kim, J.S.(2009): Functional outcome and range of motion of high-flexion posterior cruciate-retaining and high-flexion posterior cruciate-substituting total knee prostheses. A prospective, randomized study, The Joint Replacement Center of Korea Seoul, J Bone Joint Surg Am. 2009 Apr 91(4), S. 753-760.
- 74 **Knüsel**, O., Wiedmer, L.(1990): Die Ganganalyse. Geschichte, Methoden und Grundlagen, Zeitg f Physikal Medizin, Balneologie d Klinik 19 1990, S. 110-123.
- 75 **König**, A., Janssen, E., Scheidler, M., Gohlke, F.(1997): Verlaufsbeobachtungen nach bikondylären Oberflächenersatz bei rheumatischen Kniegelenksdestruktionen, Z Rheumatol 56 1997, S. 200-206.
- 76 **König**, A., Scheidler, M., Rader, C., Eulert, J.(1997): The Need for a Dual Rating System in Total Knee Arthroplasty, Clin Orthop Relat Res 345 (12) 1997, S. 161-167.
- 77 **König**, A., Scheidler, M., Rader, C., Haase, M., Eulert, J.(1998): Ist die Verwendung des Knee Society RESS zur radiologischen Kontrolle von Knieendoprothesen sinnvoll?, Z Orthop 1998 136 (1), S. 70–76.
- 78 **König**, S.(2005): Veränderung der Beinachse beim Einbau einer CPR-Kniegelenksendoprothese mit alleiniger Ausrichtung nach der Bandspannung, Inaugural-Dissertation Bayerische–Julius–Maximilians–Universität Würzburg, S. 6-13,21-23,40-41.

- 79 **Kohn, D.**(2000): Das Knie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- 80 **Kohn, D., Rupp, S.**(1999): Alloarthroplastik des Kniegelenkes, Orthopäde 27 1999, S. 975-995.
- 81 **Kramers-de Quervain, I.A., Stüssi, E., Müller, R.**(1997): Quantitative gait analysis after bilateral total knee arthroplasty with different systems within each subject, Journal for arthroplasty 12 (2) 1997, S. 168-179.
- 82 **Kück, Bernitz, Ricabal** (2010): Lage- und Streuungsparameter V, Auswertung univariater Datenmengen - deskriptiv, Lehrstuhl Statistik, Vorlesungsskript Abschnitt 6.1.3, 6.1.4, 6.1.5, 10, http://www.wiwi.uni-rostock.de/fileadmin/Institute/VWL/LS_Statistik/vorl_gs/Lage_Streuungsparameter_V.pdf (10.06.2014).
- 83 **Kullmer, G.**(2000): Biomechanische Analyse des menschlichen Bewegungsapparates mit Hilfe der Finite Elemente-Methode, VDI Verlag, Düsseldorf .
- 84 **Lang, J., Wachsmuth, W.**(1972): Praktische Anatomie, Erster Band, Vierter Teil. Bein und Statik, Springer Verlag, Berlin.
- 85 **Laskin, R.S.**(2001): The Genesis total knee prosthesis. A 10-year followup study, Hospital for Special Surgery College of Cornell University New York, Clin Orthop 2001 388, S. 95-102.
- 86 **Lass, R., Kubista, B., Holinka, J., Pfeiffer, M., Schuller, S., Stenicka, S., Windhager, R., Giurea, A.**(2013): Comparison of cementless and hybrid cemented total knee arthroplasty, Vienna General Hospital, Orthopedics.2013 Apr 36(4), e420-7.

- 87 **Lee, S.M., Seong, S.C., Lee, S., Choi, W.C., Lee, M.C.**(2012): Outcomes of the different types of total knee arthroplasty with the identical femoral geometry, Eulji University College of Medicine Daejeon, Knee Surg Relat Res.2012 Dec 24(4), S. 214-220.
- 88 **Lenz, E.**(o.J.): Titan als Werkstoff für kombiniert festsitzenden und abnehmbaren Zahnersatz, Hrsg. B.-J. Heinenberg, Sonderdruck aus Innovationen für die Zahnheilkunde, http://www.fieke-dental.de/titan_abhandl.html (04.02.2014).
- 89 **Leonhart, R., Dorn, C.**(2010): Tutorat, Korrelationen, Psychologie Universität Freiburg,14.01.2010,
<https://www.psychologie.unifreiburg.de/abteilungen/Sozialpsychologie.Methodenlehre/courses/ws09/leonhart/korrelation.ppt/download> (23.06.2014).
- 90 **Levene, H., Olkin, I., Hotelling, H.**(1960): Robust tests for equality of variances, Contributions to Probability and Statistics. Essays in Honor of Harold Hotelling, Stanford University Press 1960, S. 278-292.
- 91 **Levi, G.S., Sadr, K., Scuderi, G.R.**(2012): Bilateral pseudogout 8 years after bilateral total knee arthroplasty, University of Illinois Chicago, Orthop Clin North Am.2012 Nov 43(5), e59-62.
- 92 **Lingard, E.A., Katz, J.N., Wright, R.J., Wright, E.A., Sledge, C.B.**(2001): The Klinemax Outcome Study Group. Validity and Responsiveness of the Knee Society Clinical Rating System in Comparison with the SF-36 and WOMAC, J Bone Joint Surg Am 83 (12) 2001, S. 1856-1864.
- 93 **Liow, R.Y.L., Walker K., Wajid M.A., Bedi G., Lennox, C.M.E.**(2000): The Reliabilty of the American Knee Society Score, Acta Orthop 2000 71(6), S. 603-608.
- 94 **Liow, R.Y.L., Walker, K., Wajid, M.A., Bedi, G., Lennox, C.M.E.**(2003): Functional Rating for Knee Arthroplasty. Comparison of Three Scoring Systems, Orthopedics 26(2) 2003, S. 143-149.

- 95 **Lützner**, J., Krummenauer, F., Wolf, C., Günther, K.P., Kirschner, S.(2008): Computer-assisted and conventional total knee replacement. A comparative, prospective, randomised study with radiological and CT evaluation, University Hospital Carl Gustav Carus Dresden, J Bone Joint Surg Br.2008 Aug 90(8), S. 1039-1044.

- 96 **Mahoney**, O.M., Clarke, H.D., Mont, M.A., McGrath, M.S., Zywiell, M.G., Dennis, D.A., Kim, R.H., Carothers, J.(2009): Primary Total Knee Arthroplasty. The Impact of Technique, J Bone Joint Surg Am 91 (Suppl 5) 2009, S.59-61.

- 97 **Mann**, H., Whitney, D.(1947): On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other, Annals of mathematical Statistics 18 1947, S. 50-60.

- 98 **Mannel**, Dr. H.(2010): Klare Trends. Perspektiven der Forschung und Entwicklung in der Medizintechnik, Berliner Seminare Ausgabe 2010/1, Hrsg. Biomet Deutschland Thomas Schüssler, S. 35,
http://www.biomet.de/userfiles/files/Berliner%20Briefe/BerlinerSeminar_2010_1.pdf (16.06.2013).

- 99 **Matsuda**, S., Kawahara, S., Okazaki, K., Tashiro, Y., Iwamoto, Y.(2013): Postoperative alignment and ROM affect patient satisfaction after TKA, Graduate School of Medicine Kyoto, Clin Orthop Relat Res.2013 Jan 471(1), S. 127-133.

- 100 **Menschik**, A.(1987): Biometrie. Das Konstruktionsprinzip des Kniegelenks, des Hüftgelenks, der Beinlänge und der Körpergröße, Springer Verlag , Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo.

- 101 **Messier**, S.P., Loeser, R.F., Hoover, J.L., Semble, E.L., Wise, C.M.(1992): Osteoarthritis of the knee. Effects on gait, strength, and flexibility, Arch Phys Med Rehabil 73 1992, S. 29-36.

- 102 **Meyer**(1905): Meyers Großes Konversations-Lexikon, Band 1, Leipzig 1905, (08.10.2012), S. 764–768.

- 103 **Meyer**(1908): Meyers Großes Konversations-Lexikon, Band 12, Leipzig 1908, (08.10. 2012), S. 416–418.

- 104 **Moseke, C.**(2003): Biomineralisation von Knochengewebe unter dem Einfluss von Metallionen. Modellsysteme und Kristallanalyse, Inaugural-Dissertation Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät Universität Münster, <http://miami.uni-muenster.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-1410/Prom.pdf> (23.12.2012).

- 105 **Müller, C.**(2009): Mittelfristige Ergebnisse nach Implantation der rotations-achsgeführten Knie totalendoprothese RT PLUS Solution bei Gonarthrose, Inaugural-Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, S. 4,18-24,64-67.

- 106 **Nazzal, M.I., Bashaireh, K.H., Alomari, M.A., Nazzal, M.S., Maayah, M.F., Mesmar, M.**(2012): Relationship between improvements in physical measures and patient satisfaction in rehabilitation after total knee arthroplasty, Jordan University of Science and Technology Irbid, Int J Rehabil Res.2012 Jun 35(2), S. 94-101.

- 107 **Niethard, F. U., Pfeil, J., Biberthaler, P.**(2009): Orthopädie und Unfallchirurgie, 6. Auflage, Thieme-Verlag (MLP- Duale Reihe), Stuttgart, S. 168-172,550-551.

- 108 **Nishikawa, K., Okazaki, K., Matsuda, S., Tashiro, Y., Kawahara, S., Nakahara, H., Okamoto, S., Shimoto, T., Higaki, H., Iwamoto, Y.**(2013): Improved design decreases wear in total knee arthroplasty with varus malalignment, Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013 Apr 16.

- 109 **Oral, E., Wannomae, K.K., Hawkins, N.E., Harris, W.H., Muratoglu, O.K.**(2004): Tocopherol doped irradiated UHMWPE for high fatigue resistance and low wear, Biomaterials 2004 25(24), S. 5515–5522.

- 110 **O`Reilly, S.C., Jones, A., Muir, K.R., Doherty, M.**(1998): Quadriceps weakness in knee osteoarthritis. The effect on pain and disability, Ann Rheum Dis 57 1998, S. 588-594.

- 111 **Parvizi, J.,** Hanssen, A.D., Spangehl, M.J.(2004): Total knee arthroplasty following proximal tibial osteotomy. Risk factors for failure, J Bone Joint Surg Am Mar 86-A(3) 2004, S. 474-479.
- 112 **Pérez-Prieto, D.,** Gil-González, S., Pelfort, X., Leal-Blanquet, J., Puig-Verdié, L., Hinarejos, P.(2014): Influence of Depression on Total Knee Arthroplasty Outcomes, Hospital de l'Esperança Barcelona, J Arthroplasty. 2014 Jan, 29(1), S. 44-47.
- 113 **Perry, J.**(1992): Gait analysis, Slack Incorporated, Thorofare.
- 114 **Peterlein, C.-D.,** Winkelmann, W.(2004): Evaluation der klinisch-funktionellen Ergebnisse und der Lebensqualität von Patienten mit Kniegelenksarthrose nach Hyaluronsäurebehandlung, Inaugural-Dissertation Universitätsklinikum Münster, S. 21-27,39-40.
- 115 **Peters, M.,** Leyens, C., Kumpfert, J.(1996):Titan und Titanlegierungen, DGM Informationsgesellschaft-Verlag.
- 116 **Philips Medizin Systeme** (Philips GmbH)(1996): Hanbuch für Radiographie-Anmerkungen und Beispiele zur Aufnahmetechnik und Einstelltechnik, 2. Auflage, Hamburg, <http://download.sstmed.com/Tools/Aufnahmehelfer.pdf> (02.11.2013).
- 117 **Poolman, R.W.,** van Wagenveld, B.A.(2013): Osteoarthritis of the knee. Lose weight first?, Joint Research Amsterdam Ned Tijdschr Geneesk.2013 157(14) A6043.
- 118 **Prohl, R.,** Röthig, P.(2007): Bewegungslehre. Kursbuch Sport, 8. Auflage, Limpert, Wiebelsheim, S. 17.
- 119 **Pschyrembel, W.,** Dornblüth, O.(2001): Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch, 259. Auflage, Walter de Gruyter GmbH& Co KG, Berlin, S. 131,22,231.

- 120 **Rabenseifner, R.**(1984): Is fracture healing in the presence of biocompatible implant materials tantalum and niobium different in comparison to steel implants?, Z Orthop Ihre Grenzgeb 122/3 1984, S. 349–355.

- 121 **Ranawat, C.S., Meftah, M., Windsor, E.N., Ranawat, A.S.**(2012): Cementless fixation in total knee arthroplasty. Down the boulevard of broken dreams – affirms, College of Cornell University, New York, J Bone Joint Surg Br.2012 Nov;94(11 Suppl A), S. 82-84.

- 122 **Rasch, B., Frieze, M., Hofmann, W.J., Naumann, E.**(2010): Quantitative Methoden. 1. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler, 2010,XIV,249, S. 81, <http://www.springer.com/978-3-642-05271-2> (10.06.2014).

- 123 **Ravi, B., Croxford, R., Reichmann, W.M., Losina, E., Katz, J.N., Hawker, G.A.I.**(2012): The changing demographics of total joint arthroplasty recipients in the United States and Ontario from 2001 to 2007, University of Toronto, Best Pract Res Clin Rheumatol.2012 Oct 26(5), S. 637-647.

- 124 **Reiss, E., Schneider, U., Malzer, U., Schuler, P.**(2002): 5-Jahres-Ergebnisse mit bikondylärem Oberflächenersatz des Kniegelenkes, Orthop Praxis 38 7 2002, S. 427-432.

- 125 **Repenning, D.**(o.J.): Oberflächenbeschichtung- Beschichtungen auf Implantaten, <http://omt.de/download/beschichtungen-auf-implantaten.pdf> (23.12.2012).

- 126 **Rodriguez, J., Saddler, S., Edelman, S.**(1996): Long-term results of total knee arthroplasty in class 3 and 4 rheumatoid arthritis, J Arthroplasty Feb 11(2) 1996, S. 141-145.

- 127 **Rössler, H., Rüther, W., Steinhagen, Dr. J.**(2005): Orthopädie und Unfallchirurgie, 19.Auflage, Urban und Fischer (Elsevier GmbH), München, S. 296-298.

- 128 **Rössner, A.**(2006): Änderung der Aktivität und der Lebensqualität nach Implantation eines bikondylären Oberflächenersatzes bei Gonarthrose, Inaugural-Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, S. 1-10,13-16,23-34,37-49,51,73,87.

- 129 **Rohen, J., Lütjen-Drecoll, E.**(2001): Funktionelle Anatomie des Menschen, 10. Auflage, Schattauer-Verlag, Stuttgart, S. 329-337.

- 130 **Roos, E.M.**(2003): KOOS User's Guide 2003, University Lund, www.koos.nu (11.08.2010).

- 131 **Roos, E.M., Roos, H.P., Ekdahl, C., Lohmander, L.S.**(1998): Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). Validation of a Swedish version, Scand J Med Sci.Sports 8 1998, S. 439-448.

- 132 **Roos, E.M., Roos, H.P., Lohmander, L.S., Ekdahl, C., Beynonn, B.D.**(1998): Development of a Self-Administered Outcome measure, J Orthop Sports Phys Ther 28 1998, S. 88-96.

- 133 **Roth, K., Willimczik, K.**(1999): Strukturierung der Mechanik nach den grundlegenden physikalischen Vorgängen, Rowohlt Verlag, Reinbek.

- 134 **Salafi, F., Carotti M., Grassi W.**(2005): Health-related quality of life in patients with hip or knee osteoarthritis. Comparison of generic and disease specific Instruments, Clin Rheumatol 2005 24, S. 29-37.

- 135 **Sancheti, K.H., Sancheti, P.K., Shyam, A.K., Joshi, R., Patil, K., Jain, A.**(2013): Factors affecting range of motion in total knee arthroplasty using high flexion prosthesis. A prospective study, Sancheti Institute of Orthopaedics and Rehabilitation, Indian J Orthop.2013 Jan 47(1), S. 50-56.

- 136 **Sarikas, A.**(2002): Funktionelle Anatomie des Menschen, 6. Auflage, Mencke-Blaesing, Erlangen, S. 291-296.

- 137 **Schulze, A., Scharf, H.P.**(2013): Satisfaction after total knee arthroplasty .
Comparison of 1990-1999 with 2000-2012, Orthopäde.2013 Oct. 42(10): S. 858-865.

- 138 **Schwitalle, M., Schwitalle, E.M., Lust, A., Köller, S., Mark, T., Bodem, F.**(2003):
Photogrammetrische Untersuchung des Kniegelenkes nach Implantation von
Scharnierendoprothesen, Orthopäde 32 2003, S. 274-281.

- 139 **Sheehan, J.M.**(1978): Arthroplasty of the knee, J Bone Joint Surg 60B 1978, S. 333-338.

- 140 **Sonsale, P.D., Philipson, M.R.**(2007): Pseudogout after total knee arthroplasty,
Derbyshire Royal Infirmary Derby, J Arthroplasty.2007 Feb 22(2), S. 271-272.

- 141 **Sparmann, M., Wolke, B.**(2003): Stellenwert der Navigation und
Roboterchirurgie bei Kniegelenkstotalendoprothesen, Orthopäde 32 2003, S. 498-505.

- 142 **Springorum, H.P., Popken, F., Eysel, P.**(2003): Die Resektionsgenauigkeit bei
der Knie TEP. Ein Vergleich computerassistierter und konventioneller Techniken,
Deutscher Orthopädenkongress 2003, Abstracts der wissenschaftlichen Beiträge,
Thieme Verlag 2003, Z Orthop 141 2003, S. 58.

- 143 **Stauffer, R.N., Chao, E.Y.S., Györy, A.N.**(1977): Biomechanical gait analysis of
the diseased knee joint, Clin Orthop 126 1977, S. 246-255.

- 144 **Steckel, H., Klinger, H.M., Baums, M.H., Schultz, W.**(2005):
Langzeiterfahrungen mit der Knieendoprothese nach Blauth . Stellenwert
achsgeführter Kniegelenkendoprothesen, Z Orthop Ihre Grenzgeb 143 (Jan-Feb 1)
2005, S. 30-35.

- 145 **Strobel, M., Stedtfeld, H.-W., Eichhorn, H.J.**(1995): Diagnostik des
Kniegelenkes, Springer Verlag, Berlin.

- 146 **Stucki**, G., Meier, D., Stucki S. et al.(1996): Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities), Arthrosis Index Z Rheumatol 1996 55, S. 40-49.
- 147 **Surin**, V.(2005): http://www.newtotaljoints.info/posterior_stabilized_total_knee.htm (24.03.1013).
- 148 **Suzuki**, G., Saito, S., Ishii, T., Motojima, S., Tokuhashi, Y., Ryu, J.(2011): Previous fracture surgery is a major risk factor of infection after total knee arthroplasty, Nihon University School of Medicine Tokyo, Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.2011 Dec 19(12), S. 2040-2044.
- 149 **Thadani**, P.J., Vince, K.G., Ortaaslan, S.G., Blackburn, D.C., Cudiamat, C.V.(2000): Ten- to 12-year followup of the Insall-Burstein I total knee prosthesis, Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic Anaheim, Clin Orthop 2000 380, S. 17-29.
- 150 **van de Groes**, S., de Waal-Malefijt, M., Verdonschot, N.(2013): Probability of mechanical loosening of the femoral component in high flexion total knee arthroplasty can be reduced by rather simple surgical techniques, University Medical Centre Nijmegen, Knee.2013 May 31.pii: S0968-0160(13)00075-6.
- 151 **van der Heide**, H.J., van der Linden, H.M., Huizinga, T.W., Visser, L.G.(2013): Haematogenous infection of a prosthetic joint, Leids Universitair Medisch Centrum Leiden, Ned Tijdschr Geneesk.2013 157(12) A5448.
- 152 **Ware**, J.E.(o.J.): SF-36 Healthy Survey Update, www.sf-36.com (11.08.2010).
- 153 **Weber**, E.(1964): Grundriß der biologischen Statistik, 5. Auflage, Fischer-Verlag, Jena.
- 154 **Weiß**, N.(2012): Von der Lagerstätte zur Chemikalie Niob und Tantal, Vortrag Universität Bayreuth, 10.01.2012, <http://www.ac2.uni-bayreuth.de/teaching/hs/vortraege/ws11-12-11-weiss.pdf> (28.01.2014).

- 155 **Wilcoxon**, F.(1945): Individual Comparisons by Ranking Methods, Biometrics Bulletin 1 1945, S. 80–83.
- 156 **Winter**, D. A.(2009): Biomechanics and Motor Control of Human Movement, Wiley, J, New York, S. 1.
- 157 **Worland**, R., Arredondo, J., Angles, F.(1998): Home continuous passive motion machine versus professional physical therapy following total knee replacement, J Arthroplasty Oct 13(7) 1998, S. 784-787.
- 158 **Yang**, K., Yeo, S., Lee, B.(2001): The total knee replacement in diabetic patients. A study of 109 consecutive cases, J Arthroplasty Jan 16(1) 2001, S. 102-106.
- 159 **Yoshii**, I., Whiteside, L.A., Milano, M.T., White, S.E.(1992): The effect of the central stem and stem length on micromovement of the tibial tray, J. Arthroplasty 7 Suppl 1992, S. 433-438.
- 160 **Yücel**, M.(1986): Experimentelle in-vitro-Untersuchung zur Optimierung des tibialen Anteils der Kniegelenksalloplastik, Z Orthop 124 1986, S. 278-287.
- 161 **Zhou**, D., Lv, H., Fang, J.(2006): Relationship between anatomy of knee collateral ligament and geometry of posterior femoral condylar articular surface, Peking University People's Hospital, Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.2006 Jun 20(6), S. 594-597.

10. Anhang

Erklärung zur Dissertation

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Unterschrift

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt zunächst meinem Doktorvater, Prof. Dr. med. C. Melzer, ärztlicher Direktor des Waldkrankenhauses Bad Dübener MediClin GmbH & Co. KG, für die Überlassung des Themas, die Unterstützung bei der Durchführung und die hilfreichen Anregungen bei der Korrektur.

Weiterhin bedanke ich mich bei der Firma Chiropro GmbH für die finanzielle Unterstützung sowie das fachliche Mitwirken.

Zu danken habe ich auch Frau Dr. Juliane Kopf für die kompetente Beratung und die Mitarbeit bei der statistischen Auswertung der erhobenen Daten.

Auch ein herzliches Dankeschön an Silva Nicasio für die fachkundige Unterstützung bei der Übersetzung der Zusammenfassung ins Englische.

Ferner ein Dank an das Personal des Waldkrankenhauses Bad Dübener, die mir bei der Organisation und der Durchführung der Nachuntersuchung eine große Hilfe waren.

Ein besonderes Dankeschön an meine Familie, die mir das Studium der Zahnmedizin ermöglichten und mich stets motivierten, mir beistanden und unermüdlich geduldig waren.